Die

atmosphärische Eisenbahn.

Nach den

Berichten von Smith, Mallet, Samuda, Pim u. und englischen Quellen bearbeitet

von

Friedrich Becker.



Frankfurt am Main,
Verlag der Joh. Christ. Hermann'schen Buchhandlung.
F. E. Suchsland.
1844.

Inhalt.

Seite

Einleitung.

Die Erfindung Clegg's, den Luftdruck zur Lokomotion auf Eisenbahnen anzuwenden, hat schon bei ihrem ersten Bekanntwerden vor einigen Jahren auch bei uns das lebhafteste Interesse erregt; und mit gespannter Aufmerksamkeit, bald mit Zweifeln, bald mit sanguinischen Hoffnungen hat man die Fortbildung und erste Anwendung im Großen verfolgt.

Man kennt gegenwärtig die Einrichtung des eben so einfachen als sinnreichen Apparats, man hat die Gutachten von Sachverständigen aus verschiedenen Ländern vernommen, und ist jetzt so weit gekommen, daß nicht nur ein Urtheil über die praktischen Vortheile des Clegg'schen Systems über das bisher angewandte Lokomotiv-System möglich wird, sondern daß es auch, besonders in unserm Vaterlande, wo gegenwärtig fast alle Geld-Kräfte der Herstellung eines ausgedehnten Bahnnetzes zuströmen, — daß es, sage ich, dringendes Bedürfniß wird, über diese neue Erscheinung in's Reine zu kommen, damit man später sich weder eine Ueberschätzung, noch ein Uebersehen derselben vorzuwerfen habe.

Es ist der Zweck vorliegender Blätter, nicht sowohl die Construktion des schon oft beschriebenen Apparats noch einmal zu erklären, als vielmehr die Materialien zu liefern, aus denen sich Jeder sein Urtheil darüber selber bilden möge. Sie sind eine Zusammenstellung aus den wichtigsten über diesen Gegenstand erschienenen Schriften, namentlich:

1) Report of Lieut. Colonel *Sir Frederick Smith* and *Professor Barlow*, to the Right Honourable the Earl of Ripon, President of the Board of Trade, on the Atmospheric Railway. — Presented to Parliament by Command of Her Majesty. London, 1842.

2) Rapport, addressé à Mr. le Ministre des Travaux Publics, sur le nouveau mode de locomotion, dit Système Atmosphèrique, par *M. Edmond Teisserenc.* Paris, 1843.
3) Report on the Railroad constructed from Kingstown to Dalkey upon the Atmospheric System, and upon the Application of this System to Railroads in general. By *M. Mallet.* London, 1844.
4) A Treatise on the adaptation of Atmospheric Pressure to the Purposes of Locomotion on Railways. By *J. D'A. Samuda.* London, 1841.
5) The Atmospheric Railway. A Letter to the Right Hon. the Earl of Ripon, President of the Board of Trade etc. By *James Pim* jun. M. R. J. A. London, 1841.
6) Observations on the Report of Lieut. Colonel Sir Frederick Smith and Prof. Barlow on the Atmospheric Railway, by *T. F. Bergin,* M. R. J. A. London, 1842.

Von diesen sechs Schriften spricht sich die erste weniger günstig über die neue Erfindung aus, als die folgenden; die darin aufgeworfenen Zweifel und Bedenken werden nun hier zum Theil aus den anderen Berichten, zum Theil aus eigener Erfahrung von einem Manne widerlegt und beseitigt, der, wie aus seiner ganzen Behandlung hervorgeht, und wie wir außerdem aus sichern Quellen wissen, dem Erfinder sehr nahe steht und mit allen bis jetzt angestellten Versuchen sehr vertraut ist. Eine Arbeit von ihm liegt dieser Darstellung zu Grunde, und ihr entnehmen wir auch folgende interessante Erzählung des Geschichtlichen der Erfindung.

Geschichtliches.

Der erste Gedanke, den Luftdruck als Mittel für den Landtransport anzuwenden, gehört Herrn Taylor in Manchester — dem Erfinder der ersten Webe-Maschine (1805).

Im Umgange mit zwei Freunden, Duckworth und Clegg, wurde der Gegenstand durchgesprochen, und obgleich sie alle drei überzeugt waren, daß der Gedanke ausführbar sei, so war doch eben diese Ausführung mit so viel Schwierigkeiten verknüpft, daß man die Sache endlich fallen ließ, ohne weitere Versuche zu machen. Der ursprüngliche Plan war derselbe, der jetzt in Irland mit solchem Erfolge ausgeführt ist: der nämlich, mittelst der Luftpumpe den Luftdruck als Bewegungsmittel zu benutzen. — Taylor's Vorschlag beschränkte sich auf die Beförderung von Briefen und Depeschen; er wollte Röhren, groß genug für ein Paket, von einer Stadt zur andern legen; dort sollten stehende Dampfmaschinen angebracht werden, um die Röhren luftleer zu pumpen. Die Pakete sollten an einem Ende in die Röhre gelegt und die Luft am andern ausgepumpt werden; der Luftdruck würde dann den Inhalt der Röhren mit immenser Geschwindigkeit fortbewegen; bei jeder Stadt oder Station sollten die dahin addressirten Briefe ꝛc. herausgenommen und der Rest ebenso weiter befördert werden. Dieser scharfsinnige Vorschlag ist nie veröffentlicht worden, und soviel wir wissen, ist er bis jetzt ganz unbekannt geblieben. Seine Wichtigkeit wird im Verlaufe unsers Berichts hervortreten.

Im Jahre 1810 gab Georg Medhurst, ein Londoner Ingenieur, eine Broschüre heraus, in welcher er „eine neue Art, Güter und Briefe vermittelst der Luft zu befördern" vorschlug; und 1812 veröffentlichte er seine Berechnungen und Bemerkungen über die Ausführbarkeit des Projekts. — „Diese Mittheilungen aber," sagt er, „wurden mit einer Gleichgültigkeit und Verachtung aufgenommen, wie sie gewöhnlich allen Versuchen, die so weit vom Herkommen und dem Gewohnten abweichen, zu Theil wird." — Seine Vorschläge führten zu keinem Versuche, ihre Richtigkeit zu prüfen. Im Jahre 1827 publizirte Herr Medhurst ein anderes Schriftchen [1]), und machte darin vier Vorschläge, wie man

[1]) A new System of inland conveyance for goods and passengers, capable of being applied and extended throughout the country, and of conveying all kinds of goods, cattle and passengers, etc.

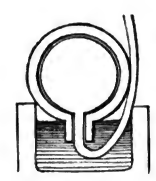
den Luftdruck zum Reisen anwenden könnte. Wir wollen sie mit seinen eigenen Worten geben, da die seiner Schrift entnommenen Stellen das Wesentliche seiner Vorschläge und Gedanken enthalten, während der Rest derselben die Berechnungen und Details der Ausführung enthält.

„Um dieses Prinzip zur Beförderung von Gütern und Passagieren von Ort zu Ort anzuwenden, ist auf dem ganzen Wege der Bau einer hohlen Röhre oder eines Bogenganges (arch-way) erforderlich, von Eisen, Backsteinen, Holz oder irgend einem luftdichten Material, und von solchen Dimensionen, daß ein vierräderiger Wagen, groß und stark genug für den Transport von Personen und schweren Gütern, darin laufen kann. Die Röhre oder der Luftkanal muß luftdicht sein, und durchgängig von derselben Gestalt und denselben Dimensionen; längs des Bodens laufen, gut befestigt, ein Paar gußeiserne oder steinerne Radspuren, auf denen die Wagenräder laufen; der Wagen hat möglichst die Gestalt und Form der Röhre, so daß keine beträchtliche Luftmenge vorbei kann. Wird die Luft von einer hinlänglich starken Maschine hinter dem Wagen in die Mündung der Röhre hineingepreßt, so wird er durch den Luftdruck vorwärts getrieben werden, und wird die Luft beständig hineingepreßt, so wird der Druck auf den Wagen und dadurch seine Bewegung erhalten." — S. 3.

„Soll der Wagen von der Maschine aus durch die Röhre gehen, so muß die Luft von hinten hineingepreßt werden; soll er den entgegengesetzten Weg gehen, so saugt dieselbe Maschine die Luft aus dem Kanal, und verdünnt sie so vor dem Wagen; die atmosphärische Luft im Kanal drückt den Wagen von hinten und bewegt ihn fort." — S. 15.

Folgendes ist der zweite Vorschlag des Herrn Medhurst:

„Nach demselben Prinzipe kann man eine Röhre der Art bauen, daß eine beständige Kommunikation zwischen Innen und Außen bleibe, ohne daß doch die forttreibende Luft entweiche, und man kann so in freier Luft, auf einer Eisenbahn, einen Wagen fortbewegen, der dieselbe Geschwindigkeit und außerdem den Vortheil hat, daß die Passagiere nicht eingesperrt sind und den Anblick der Gegend genießen. Nimmt



man eine runde eiserne Röhre, 24 Zoll im Durchmesser, mit einer Längsöffnung von 2 Zoll Breite, und zu beiden Seiten dieser Oeffnung Leisten (a flanch), 6—8 Zoll tief, so bleibt zwischen diesen Leisten ein Kanal und eine Oeffnung in die Röhre. Legt man diese Röhre so auf den Boden, daß der eiserne Kanal in einen Kanal mit Wasser getaucht ist und paßt man in die Röhre lose ein Piston oder einen Kolben hinein, der auf Rädern oder Rollen läuft, so kann dieser Kolben, wenn er durch den Luftdruck durch die Röhre bewegt wird, vermittelst einer Verbindung durch den Kanal und das Wasser einem Wagen außerhalb der Röhre seine Bewegung mittheilen. So lange der Kanal in Wasser getaucht ist, kann keine Luft aus der Röhre entweichen, es sei denn, daß die Luft eine solche Dichtigkeit besitzt, daß sie das Wasser austreibt. In diesem Falle wird die Luft folgen und entweichen. Nun ist aber eine Oeffnung da für eine Eisenstange, die von der laufenden Büchse ins Innere der Röhre geht. An diese kann man vom Wagen aus eine Verbindungsstange bringen, und ihm so die Bewegung mittheilen."

Dritter Vorschlag:

„Eine schöne und ausführbare Verbesserung würde darin bestehen, daß man die zwei Methoden kombinirte, in der Weise, daß die Güter innerhalb des Kanals befördert würden, und außerhalb, vermittelst einer Verbindung von Außen nach Innen, ein Wagen für Passagiere fortbewegt würde. Es müßte sich dieß ohne die Hülfe von Wasser machen lassen, so daß die Röhre mit dem Terrain steigen und sich senken dürfte, und der Wagen außerhalb müßte einen beständigen Impuls erhalten, ohne daß die treibende Luft entweichen könnte. Zu diesem Zwecke bedarf man einer Maschinerie, welche den Apparat weniger einfach, theurer und zerbrechlicher macht, wenn er nicht auf's solideste und sorgfältigste ausgeführt ist. Aber mit Geschick, Erfahrung und guter Arbeit kann die Aufgabe auf verschiedene Arten gelöst werden."

Herr Medhurst machte noch einen vierten Vorschlag:

„Dasselbe Prinzip und dieselbe Form kann noch angewandt wer-

den, um Passagiere und Güter in freier Luft zu transportiren, und zwar auf einer gewöhnlichen Straße mit einer Geschwindigkeit von einer Meile auf die Minute oder 60 Meilen (12 geographische Meilen) auf die Stunde, ohne alles Hinderniß, außer einem starken Gegenwinde und tiefem Schnee, durch welche die Bewegung aufgehalten und gehindert wird." —

Dieses Schriftchen ist gegenwärtig nur noch als historisches Dokument interessant. Die Vorschläge des Verfassers führten zu keinem praktischen Resultate; denn obgleich er wohl einsah, worauf es im Prinzip ankam, so war doch der Punkt, wo die Sache ausführbar werden konnte, nicht erreicht: die Schwierigkeit bestand darin, eine vollkommen luftdichte Röhre herzustellen, und darin ein Piston, das so mit den außerhalb fortzubewegenden Körpern verbunden wäre, daß diesen seine Bewegung mitgetheilt würde und beide frei die Röhre entlang sich bewegen könnten.

Noch ehe Medhurst's zweites Schriftchen erschien, nahm Vallence i. J. 1824 ein Patent „für Lokomotion vermittelst atmosphärischen Druckes."

Es war nur eine Modifikation von Medhurst's erstem Vorschlage, einen Tunnel, groß genug, um einen Wagenzug zu fassen, luftleer zu pumpen. Eine am Ende des Tunnels aufgestellte stehende Maschine sollte die Luft darin so weit verdünnen, daß der Druck der äußern Luft auf ein am ersten Wagen angebrachtes Piston den ganzen Zug vorwärts triebe. — Es ist merkwürdig, daß ein aus vielen Gründen so offenbar unausführbares Projekt einen vernünftigen Menschen beschäftigen konnte, und sogar der Mühe werth erachtet wurde, ein Patent darauf zu nehmen. Ein Modell dieser Art Eisenbahn wurde in Brighton ausgestellt; weiter wurde die Sache nicht angewandt.

Ein Herr Pinkus erwarb (1. März 1834) ein Patent auf eine Vorrichtung, die der von Medhurst aus dem Jahre 1827 ganz gleich ist, außer, daß er ein Seil für die Längsklappe vorschlägt, und statt einer viereckigen Röhre einen Cylinder wählt, den er folgendermaßen beschreibt:

„Ein biegsames Seil liegt in der Rinne oben auf dem Cylinder

und soll die Längsöffnung decken; dieses Seil muß eben so lang sein als die pneumatische Bahn, und muß genau in die Rinne oder den Kanal passen."

Daß dieser Versuch nicht gelang, zeigte sich am besten daran, daß Pinkus 1836 ein neues Patent erwarb, in dem er sagt:

„Die Eigenthümlichkeit der Ausführung besteht in der Art, wie die pneumatische Klappe und das Klappenseil konstruirt ist, und in der Art sie zu benutzen; eine von nachstehend beschriebenen Methoden gedenke ich statt der Klappe und des Seils, wie es in meinem früheren Patent beschrieben ist, anzuwenden."

Es ist überflüssig, diese Vorrichtung zu beschreiben, die ebenfalls ihren Zweck nicht erfüllte; bemerken müssen wir indeß, daß sie auf keine Weise die spätere Erfindung Clegg's veranlaßte, oder ihr glich. — Es war noch immer dieselbe Schwierigkeit zu überwinden, und seit Medhurst's erstem Gedanken, eine genügend luftdichte, fortlaufende Verbindung zwischen dem Piston innerhalb und dem Wagen außerhalb herzustellen, war man in der Ausführung noch nicht weiter gekommen. Am 3. Januar 1839 erwarb Clegg sein Patent, das wir unten beschreiben werden, und am 3. August desselben Jahres erhielt Pinkus ein drittes Patent, in welchem er eine der Clegg'schen ganz ähnliche Klappe anführt und zugleich zum Verschluß derselben eine abwechselnd flüssige und feste Komposition, ebenso wie in Clegg's Patent, mit dem einzigen Unterschied, daß die Masse durch einen galvanischen Drath, nicht durch ein heißes Eisen, geschmolzen werden soll. Dieß Patent wurde acht Monate nach der Veröffentlichung von Clegg's Beschreibung enrollirt.

Alle bisher gemachten Versuche, die erwähnten Schwierigkeiten zu überwinden, waren mißlungen, bis Clegg's Erfindung die Aufgabe so löste, daß nach spätern Versuchen an der Ausführbarkeit kein Zweifel mehr ist, und sich die Aussicht auf kaum berechenbare Vortheile eröffnet. — Das Eigenthümliche der Erfindung besteht „in einer Methode, Klappen in Verbindung mit der Maschinerie zu konstruiren und spielen zu lassen" zur Anwendung an „Eisenbahnen oder zu anderen Zwecken, vermittelst einer

Reihe theilweise evakuirter Röhren, um eine direkte Zugkraft zur Fortbewegung von Lasten zu erzielen, sei es auf Eisenbahnen oder sonst wo."

Folgender Auszug aus Clegg's Beschreibung mag zur Erklärung dienen:

„Meine Verbesserung besteht in der Art, die Klappe in Verbindung mit der Maschinerie zu konstruiren und spielen zu lassen. Diese Klappe spielt auf einem Scharnier von Leder oder einem anderen biegsamen Material, das (ebenso wie die gewöhnlichen Klappen der Luftpumpen) praktisch luftdicht ist. Der Rand dieser Klappe liegt in einem Troge, der eine Komposition von Wachs und Talg, oder Wachs und Oel enthält, oder irgend eine Substanz oder Komposition, die bei der Temperatur der Atmosphäre fest ist, und bei einer Temperaturerhöhung von wenigen Graden flüssig wird. Wenn die Klappe sich schließt und ihr Rand im Troge liegt, so wird der Talg soweit erhitzt, daß der von der Oeffnung der Klappe herrührende Spalt am Rande der Klappe sich verklebt und schließt; sobald die Hitze entfernt wird, erhärtet der Talg wieder, und bildet einen luftdichten Verschluß oder Kitt zwischen dem Rande der Klappe und dem Troge. Soll die Klappe geöffnet werden, so wird sie mit oder ohne Anwendung von Hitze aus dem Troge gehoben, und wird dann wieder, sobald sie sich schließt, auf die eben beschriebene Art verschlossen und luftdicht gemacht. — Diese Combination der Klappe mit der Maschinerie wird bei Eisenbahnen oder zu andern Zwecken angewandt vermittelst einer Reihe partiell luftleer gepumpter Röhren, um eine direkte Zugkraft zur Fortbewegung von Lasten zu erzielen, sei es an der Eisenbahn oder sonst wo."

Beschreibung des Apparates.

Eine einfache Beschreibung des Apparats entnehmen wir der oben angeführten Schrift von Pim, Kassier bei der Dubliner Eisenbahngesellschaft. (Siehe Nr. 5.)

„Bei diesem System wird den Wagenzügen die bewegende Kraft

mitgetheilt vermittelst einer fortlaufenden Röhre von passenden Dimensionen, welche mitten zwischen den Schienen liegt, und mit den chairs und Schienen auf denselben Querschwellen ruht. Ist die innere Oberfläche dieser Röhre mit einem gehörigen Ueberzuge von Talg versehen, so wird ein bewegliches Piston, das mittelst eines Lederüberzugs luftdicht gemacht ist, eingebracht, und vermittelst einer eisernen Verbindungsstange an den vordersten Wagen des Zuges befestigt. Wird in dieser Stellung durch eine, von einer stehenden Dampfmaschine oder durch ein anderes Mittel getriebene Luftpumpe die Luft in einer Abtheilung der Röhre vor dem Piston ausgepumpt, so wird, im Verhältniß zur angewandten Kraft, ein gewisses Maaß von Druck auf den hintern Theil des Pistons ausgeübt, — welches also hier die bewegende Kraft ist. — In der Praxis, und um ökonomisch zu arbeiten, genügt es, die Luft nur so weit zu verdünnen, daß der Druck der Atmosphäre auf oder hinter dem Piston acht Pfund auf den Quadratzoll beträgt, oder ungefähr den halben Druck Einer Atmosphäre. Nimmt man die Röhre zu 18 Zoll innern Durchmesser an, so faßt sie ein Piston von 254 Quadratzoll Oberfläche, auf welche man also, bei obigem Druck, eine Zugkraft von 2032 Pfund erhält; mit dieser Kraft läßt sich ein Wagenzug von 45 Tonnen Gewicht (acht bis neun beladene Wagen) mit einer Geschwindigkeit von 30 Meilen auf die Stunde eine Anhöhe von 1′ auf 100′ (oder 53′ auf die Meile) fortbewegen. Der Eisenstab ist an den beweglichen Kolben in der Röhre und zugleich an dem ersten Wagen im Zuge befestigt, und bewegt sich durch einen Einschnittt oben an, und längs der ganzen Röhre. Ein Paar Rollen (Friktionsräder), die etwas hinter dem Kolben an der Kolbenstange befestigt sind, heben nach und nach einen Theil einer fortlaufenden, biegsamen Klappe von eigenthümlicher Konstruktion über jener Oeffnung auf, während ein Paar andere Rollen, die am Wagen angebracht sind, die Klappe wieder schließen; und es besteht das Verdienst der Erfindung und die Begründung des Patents eben in der einfachen, ingeniösen und wirksamen Art, wie diese Klappe, im Maaße als der Zug herannahet und weiter geht, sich öffnet und wieder schließt. Zuerst nämlich geht die Klappe auf, um durch das Einströmen der äußern Luft den Druck hinter dem

Kolben und damit die Bewegung hervorzubringen; und dann wird die Klappe wieder genau verschlossen und verkittet, damit die Röhre den Kolben des nächsten Zuges wieder aufnehmen und die Luft daraus ausgepumpt werden könne. Stehende Maschinen von gehöriger Kraft, je nach dem Bedürfniß des Verkehrs und der Schnelle, würden in Zwischenräumen von drei Meilen aufgestellt werden, und darauf einzurichten sein, daß sie je nach Bedürfniß abwechselnd für die eine und die andere Seite arbeiten." S. 6—8.

Folgendes sind die Mittel, um einen Zug aufzuhalten und von einer Röhrensektion in die andere überzugehen:

„Wenn es nothwendig wird, die Wagen anzuhalten oder langsamer gehen zu lassen, so kann der Kondukteur, abgesehen von der Anwendung einer gewöhnlichen Bremse, eine Klappe oder ein Ventil im beweglichen Kolben öffnen, wodurch die äußere Luft in den ausgepumpten Raum vor dem Kolben zugelassen, und die bewegende Kraft mithin augenblicklich abgeschnitten wird. — Da die Scheide-Klappen oder Ventile in der Röhre zwischen jeder Sektion der ganzen Linie sich von selbst öffnen, so ist auch beim Uebergang aus einer Sektion in die andre keine Veranlassung, den Zug halten oder auch nur langsamer gehen zu lassen, da die Luft ja succesiv von den stehenden Maschinen an den geeigneten Intervallen ausgepumpt wird. Die Wagen laufen daher stetig, mit jeder beliebigen Geschwindigkeit, wie wenn sie von Lokomotiven gezogen würden; und es ist dies sehr zu beachten, da bei jedem andern Zugsystem mittelst stehender Maschinen ein Anhalten und Wechseln bei jeder Maschine nicht zu vermeiden ist". — S. 9. 10.

Man begreift leicht das Auspumpen der Röhre, die Bewegung des Kolbens, das Oeffnen und Schließen der Klappe, — überhaupt das ganze Spiel des Apparats innerhalb einer Röhrensektion. Größere Schwierigkeiten scheint der Uebergang aus einer Sektion in die andre zu bieten. Folgende Stelle aus Teisserenc's Schrift (Siehe No. 2) schildert die zu überwindenden Schwierigkeiten und die schöne und leichte Art wie die Aufgabe gelöst ist.

„Quand on sort de la sphère d'action d'une machine pneumatique, pour entrer dans la sphère d'action de l'appareil pneu-

matique suivant, il est donc convenable que l'air du tube dans lequel on entre, soit déjà raréfié; mais alors le tube est fermé à ses deux extrémités. Nouvelle difficulté pour éviter le choc du piston arrivant avec toute sa vitesse acquise contre la soupape de clôture (Schluß-Ventil), pour ouvrir cette soupape avec un petit effort de manière à donner passage au piston, sans donner passage à l'air extérieur, sans arrêter, sans rallentir seulement le convoi. Ici il a fallu encore recourir à une disposition fort ingénieuse. La soupape de M. M. Clegg et Samuda s'ouvre au moment où le piston ferme déjà le tube et par l'action même du piston; l'effort est presque nul, la rentrée de l'air n'en est pas augmentée. Quant à la sortie du piston d'un tube, elle ne donne lieu non plus à aucun choc, bien qu'une soupape de clôture se trouve aussi à l'extrémité du tuyau, et voici comment: l'appareil pneumatique placé sur le côté du chemin communique avec le tube de propulsion par un tube aspirateur. Il a suffi de placer ce tuyau aspirateur à quelques mètres en deça de l'extrémité fermée par la soupape de sortie, pour rendre toute rencontre entre le piston et cette soupape impossible. Dès que le piston a dépassé le tube aspirateur, l'air n'étant plus enlevé devant lui, se comprime de plus en plus, augmente progressivement de densité jusqu'au moment où la pression intérieure étant supérieure à la pression atmosphérique, la soupape s'ouvre d'elle même. — S. Teisserenc S. 112.

Kurz nachdem Clegg sein Patent genommen, stellte er in Paris ein Modell von 30′ Länge aus; ein zweites Modell von 120′ Länge bauten die Herren Samuda in ihrer Fabrik zu Southwark, welches große Aufmerksamkeit erregte. Im Herbste desselben Jahres wurde den Herren Clegg und Samuda, welche sich zum Zweck der Ausführung der Erfindung associirt hatten, von den Direktoren der Thames-Junction-Eisenbahn ein Grundstück bei Wormholt Scrubs, eine halbe Meile lang, zur Verfügung gestellt, um dort eine atmosphärische Bahn nach ihrem Prinzip zu bauen; im Mai 1840 wurde diese Versuchsbahn eröffnet. — Ein so interessanter Anblick zog sehr viele Besucher an, und

es war zu erwarten, daß man nach dem Erfolg des Versuches auf das Gelingen oder Mißlingen schließen würde. Mehrere Mitglieder des Kabinets, und eine große Menge Personen von Rang, sowie die ausgezeichnetsten Ingenieurs waren daher gegenwärtig. Der beste Erfolg krönte von Anfang an die Versuche, die Hoffnungen und Erwartungen der Hrn. Clegg u. Samuda. Diese Versuche wurden ein Jahr lang mehremale wöchentlich wiederholt, und auch das zweite Jahr, jedoch weniger häufig fortgesetzt. Von Paris, Petersburg, Wien, Berlin und allen Theilen des brittischen Reiches kamen Ingenieurs und Eisenbahnkundige, um den Apparat in Augenschein zu nehmen und ihn in seinem Gange zu beobachten. Die Resultate dieser Beobachtungen erschienen in einer Schrift im Jahr 1840, und in vermehrter Ausgabe 1841. Wir heben daraus die Hauptsachen hier hervor. Die Neigung der Linie war 1 auf 120, die Röhre eine halbe Meile lang, und hatte 9 Zoll Durchmesser im Lichten. — Die Evakuationspumpe hatte einen Durchmesser von 37½ Zoll, 22½ Zoll Spielraum für den Kolben, und wurde von einer Dampfmaschine von 16 Pferdekräften getrieben.

„Zur Ermittelung der Geschwindigkeit wurden längs der ganzen halben Meile, alle 132 Fuß weit (s. Anhang) Pfosten, und an beiden Enden der Röhre Barometerproben angebracht, um das Maß der Luftverdünnung in der Röhre ermitteln zu können. Eine Luftverdünnung, die einer Quecksilbersäule von 18 Zoll entsprach, wurde ungefähr in Einer Minute erreicht, und beide Proben zeigten diese Verdünnung in demselben Augenblick an."

Es ergab sich aus den Versuchslisten von 6 Monaten, daß eine Röhre von 18 Zoll Durchmesser groß genug sei für einen Verkehr von 5000 Tonnen täglich, nämlich 2500 hin und her, wobei man die Neigung der Bahn zu $1/_{100}$ annahm [1]). Am bemerkenswerthesten stellten sich folgende Thatsachen, betreffend die Abnutzung des Apparats heraus.

[1]) Clegg und Samuda geben folgende Details: Eine Röhre von 18 Zoll Durchmesser faßt einen Kolben von 254 Q.-Zoll Durchschnitt; der gewöhnliche Druck auf diesen Kolben muß 8 Pfd. auf den Q.-Zoll sein (da die Verdünnung auf diesem Punkt am ökonomischsten ist, und man für schwere Züge oder andere Fälle noch einen weiten Spielraum behält). — Man hat demnach eine Zugkraft von 2032 Pfd., welche einen Zug von 45 Tonnen, bei einer Steigung von $1/_{100}$ mit

.....„Der Apparat arbeitet zu allen Jahreszeiten gleich gut, — im hohen Sommer sowie im strengsten Winter, den wir seit langen Jahren gehabt haben; es hat nicht ein einzigesmal während dieser ganzen Zeit irgend eine Störung (derangement) in der Maschinerie Statt gefunden, welche den Abgang der Züge gehindert oder auch nur Eine Minute verzögert hatte. Die Röhre und die Klappe haben sich unter der Benutzung wesentlich gebessert; der Fettverschluß der Klappe hat sich so fest gesetzt, daß wir jetzt eine Verdünnung von 22 bis 24 Zoll, ja gelegentlich 25 Zoll erreichen, während wir es im letzten Juli höchstens auf 19 — 20 Zoll brachten. — Die Geschwindigkeit, ursprünglich 20 — 30 Meilen die Stunde, schwankt jetzt zwischen 30 und 45 M. die Stunde. Die ganze Pflege der Röhre und Klappe besorgte Ein Arbeiter in einer Stunde per Woche. Die Komposition in dem Klappentroge ist nicht gewechselt worden; 56 Pf. davon genügten, um die Abnutzung zu ersetzen; der Preis dieser Komposition (Wachs und Talg) stellt sich auf ein Shill. per Pfd.“ — S. 11.

---

einer Geschwindigkeit von 30 M. pr. Stunde bewegt. 2½ Meilen dieser Röhre enthalten 23,324 K.-Fuß Luft; hiervon muß 16/30 oder 12,439 K.-F. ausgepumpt werden, um eine Verdünnung von 8 Pfd. Druck per Q.-Zoll hervorzubringen. Zu diesem Zweck muß die Luftpumpe 5 Fuß 7 Zoll Durchmesser, oder 24,7 Q.-F. im Durchschnitt haben; der Kolben muß 220′ in der Minute zurücklegen; er wird dann 24,7 × 220 = 5434 K.-F. pr. Minute im Anfange auspumpen, und 2536 Kub.-Fuß per Minute, wenn das Quecksilber auf 16 Zoll (entsprechend einem Druck von 8 Pfd. auf den Q.-Zoll) gestiegen ist; also im Mittel 3985 Kubik-Fuß per Minute. — Es sind daher 12439/3985 = 3,1 Minuten die Zeit, in welcher die Röhre ausgepumpt wird; und da der Durchschnitt des Pumpen-Kolbens 14mal größer ist als der des Röhren-Kolbens, so wird auch die Geschwindigkeit des Röhren-Kolbens 14mal größer sein als bei jenem, mithin 14 × 220 per Minute = 3080′ per Minute oder 35 Meilen per Stunde. Diese Geschwindigkeit reduzirt sich durch den schädlichen Raum der Luftpumpe, Durchdringen der Luft 2c. auf 30 Meilen per Stunde, und die Zeit, die man zur Erzeugung des Vakuums braucht, auf 4 Minuten. Der Zug durchläuft also die Sektion von 2½ Meilen in 5 Minuten, und diese kann in weitern 4 Minuten für den nächsten Zug wieder in Stand gesetzt sein — zusammen 9 Minuten. 15 Minuten sind also reichlich Zeit genug zwischen zwei Zügen; und nimmt man den Arbeitstag zu 14 Stunden an, so können 56 Züge hin und her gehen, was also 5000 Tonnen den Tag macht. — Die stehende Maschine hat 110 Pferdekräfte, oder 22 Pferdekräfte per Meile nach beiden Richtungen.

Der Erfolg dieser Versuche und die allgemeine Aufmerksamkeit, die sie erregten, nöthigten die Regierung, Notiz davon zu nehmen. Herr Pim, der sich für die Unterstützung einer so wichtigen Unternehmung lebhaft interessirte, verfaßte eine detaillirte Beschreibung der atmosphärischen Bahn und der großen Vortheile, welche die Annahme derselben bieten würde und empfahl sie angelegentlich der Aufmerksamkeit des Handelsamts. In Folge dieser Aufforderung wurden Sir Frederick Smith und Prof. Barlow beauftragt, die Probe-Werke bei Wormholt Scrubs zu untersuchen, und einen Bericht über die Ausführbarkeit des Systems einzuliefern. Dieses, an den Grafen Ripon gerichtete Dokument vom 15. Februar 1842, wurde dem Parlament vorgelegt. — Es enthält hauptsächlich Details über den Betrieb, die für unsern Zweck hier zu wissenschaftlich abgefaßt sind.

Anwendung auf großen Strecken.

In diesem Berichte zeigt sich, wie schon bemerkt, eine gewisse Parteilichkeit, sowie ein Streben, jeden Zweifel hervorzuheben und jeden Vortheil, den das atmosphärische System bietet, zu verkleinern. Trotz diesen Gegengewichten, werden die Verfasser zu ganz entscheidenden Zugeständnissen genöthigt. Die Hauptfragen, die zu beantworten waren, sind folgende, aus dem Berichte ans Parlament entnommen.

„Es unterliegt keinem Zweifel mehr, daß ein Wagenzug vermittelst des Luftdrucks fortbewegt werden kann. Die jetzt zu entscheidenden Fragen sind folgende:

1. Läßt sich dieses Prinzip auch auf größere Strecken, über eine halbe Meile (die Länge der jetzigen Versuchsbahn zu Wormholt Scrubs) mit Vortheil anwenden?
2. Wie stellen sich die wahrscheinlichen Kosten beim Baue einer solchen Bahn und der Erzeugung der bewegenden Kraft?
3. Wie verhalten sich die Kosten des Betriebs dieser Bahnen zu denen einer mit Lokomotiven betriebenen?
4. Welche Sicherheit bietet das atmosphärische System, verglichen mit andern Mitteln der Ortsbewegung?

Die erste dieser Fragen ist durch die Resultate der kürzlich vollendeten, 2 Meilen langen Bahn von Kingstown nach Dalkey beantwortet; diese Resultate sind noch befriedigender als die auf der ersten Versuchsbahn von ½ Meile erhaltenen; wir werden später darauf zurückkommen, und geben vorher einige Bemerkungen von Samuda über diesen Punkt. —

„In Betreff des ersten Einwurfs haben wir zu bemerken, daß jedesmal, ehe ein Zug abging, die Röhre auf 18 Zoll Quecksilber oder mehr ausgepumpt wurde. Mittelst der an beiden Enden der Röhre befestigten Barometerproben ergab sich, daß die Luftverdünnung längs der ganzen Röhre, ohne irgend eine bemerkbare Zeitdifferenz, sich gleichförmig einstellt. Die Röhre hat 9″ Durchmesser, und ist eine halbe Meile lang; es wird darin in einer Minute ein Druck von 18″ erreicht, vermittelst einer Luftpumpe von 37″,5 Durchmesser, und von 165′ Bewegung per Minute. Es ist einleuchtend, daß, wenn der Querschnitt der Röhre vergrößert wird, und der Durchschnitt der Luftpumpe ebenfalls, und in demselben Verhältnisse, dann das Resultat dasselbe sein muß, — d. h. ½ Meile Röhre wird in Einer Minute ausgepumpt. Hat die Luftpumpe 6 Meilen auszupumpen, so wird sie dazu 6 Minuten brauchen; eben so klar ist es, daß wenn der Durchschnitt der Pumpe verhältnißmäßig mehr vergrößert wird, als der der Röhre, dann die Auspumpung rascher vor sich gehen wird, und ebenso umgekehrt. Diese Resultate sind ganz sicher, eben so sicher, als daß die Kraft einer Dampfmaschine abhängt von dem Durchschnitt des Kolbens, auf den der Dampf wirkt. — Kein Mann von wissenschaftlicher Bildung wird einen Augenblick daran zweifeln, daß man bei einem Cylinder von zweimal dem Durchmesser oder Durchschnitt des größten Cylinders, der jemals konstruirt worden, eine verhältnißmäßig größere, d. h. doppelte Wirkung erreichen würde. Ebenso bei der Luftpumpe: der Ueberschuß von Kraft einer Maschine von 6′ 3″ Durchmesser über eine andre von 3′ 1½″ (bei gleicher Geschwindigkeit) ist leicht zu finden. Dieses Resultat ist so einfach und evident, daß es wohl Jedermann zugeben wird; und dann muß man zugeben, daß daß System sich auf Linien von jeder Länge anwenden läßt; denn bei 3 — oder 30 — oder 300 Meilen

ist immer ein Effekt derselben Art zu erzeugen. Der Betrieb einer Bahn von 30 Meilen ist gleich dem Betrieb von 10 Bahnen, jede 3 Meilen lang. — Es ist deßhalb alle 3 Meilen eine Maschine nebst Pumpe angebracht, welche ihre Röhrenabtheilung vor der Ankunft des Zuges auspumpt, und der Zug erhält so von Einer Maschine nach der andern ohne Aufhören (außer am Orte seiner Bestimmung) seine bewegende Kraft, und die Luftpumpen arbeiten sogleich, nachdem der Zug vorbei ist, die zu ihnen gehörige Sektion für den nächsten Zug wieder leer." —

Anlagekosten.

Was nun die Anlagekosten betrifft, so besitzen wir jetzt auch genügende Data, um eine Berechnung darauf zu gründen. — Zuvörderst erfordern die atmosphärischen Bahnen nur Ein Schienengeleise und die halbe Ausgabe für Schienen ist dadurch gespart. Außerdem kann man aber auch das Gewicht der Schienen bedeutend vermindern, da man das Gewicht der Lokomotive (15 — 20 Tonnen) los ist.

Einen bemerkenswerthen Vorschlag der vielleicht zu weitern Ersparnissen führt, macht Mallet in seinem Bericht an die französische Regierung. Er sagt:

„Könnte man nicht, wie es auf der Bahn von Kingstown nach Dalkey geschieht, wo die Züge über 500 Metres nur durch ihr Bewegungsmoment, den Kolben außer der Röhre, laufen, die Röhren streckenweis unterbrechen, so daß den Zügen am Ende dieser Strecken in neuen Röhren, ihre eingebüßte Bewegung wieder mitgetheilt würde? Eine solche Einrichtung würde sehr ökonomisch sein, und es ließen sich mit derselben verschiedene Kombinationen vornehmen."

Eine andre bedeutende Ersparniß findet beim Bau der Bahn selbst statt. Wer sich mit dem Eisenbahnbau abgegeben hat, weiß, wie hoch dieser Posten zu berechnen ist. — Eine kleine Steigung in der Richtung der Bahn macht eine Menge Böschungen, Durchschnitte, Viadukte ꝛc. nöthig, die nicht nur gebaut, sondern auch unterhalten und reparirt sein wollen. Diese Ausgabe liegt für Jeden, der auf unsern jetzigen Eisenbahnen gereist ist, auf der Hand. —

Weiter sagt Mallet über die Breite der Bahn.

„Diese Breite (nämlich bei den bisherigen Bahnen), mehr als das 4fache von der des Gleises, ist nöthig 1) wegen des Fundaments der Böschungen bei Durchschnitten und Dämmen; 2) wegen der Banquets; 3) der Seitenwege; 4) der Seitengräben, und endlich 5) wegen des Seitenraumes für Stationsgebäude auf der Linie. Am wichtigsten, und oft sehr bedeutend, sind die Böschungen, die so häufig durch die großen Krümmungshalbmesser, und die Nothwendigkeit kleiner Steigungen hervorgerufen werden. Bei dem atmosphärischen System sind die Erdarbeiten, also auch die Böschungen viel unbedeutender. Man kann die Ersparniß bei der atmosphärischen Eisenbahn bei diesen Posten gewiß zu $^5/_9$ annehmen".

Ferner: „Gehen wir nun zu eigentlichen Bauwerken über, so ist es klar, daß sie, wie z.B. Brücken, unter denen die Bahn durchläuft, bedeutend in ihren Dimensionen reduzirt werden dürfen. Statt einer Bogenhöhe von $5^{m.}$ 50 im Lichten genügt jetzt eine Höhe von höchstens $3^{m.}$ 50, da man nicht mehr auf die Schornsteine der Lokomotiven zu rechnen hat. — Und mithin reduzirt sich auch die Höhe der zu diesen Brücken führenden Dämme." S. 41.

Man hat nie daran gezweifelt, daß die atmosphärische Eisenbahn viel steilere Steigungen zuläßt. Ohne uns weiter auf alle Berechnungen von Ersparnissen, und die sonstigen Vortheile einzulassen, die uns dadurch eröffnet werden, wollen wir nur Eins bemerken, und es dem Leser überlassen, seine Schlüsse selbst daraus zu ziehen. — Ein Lokomotiv von 17 Tonnen Gewicht zieht eine Last von 30 Tonnen, eine geneigte Ebene von 1 : 100 mit einer Geschwindigkeit von 20 Meilen die Stunde hinauf. Soll, bei dieser geringen Geschwindigkeit, eine größere Last bewegt werden, so muß man eine zweite Maschine anlegen, d. h. die Arbeitskosten müssen verdoppelt werden. Teisserenc bemerkt hierüber Folgendes:

„Ne pouvant diviser les trains, ni créer à volonté des trains supplémentaires, aussitôt qu'un convoi est trop chargé, il faut atteler deux locomotives, c'est-à-dire doubler les frais de transport. Les accidents sur les trains menés à très grande vitesse

ont d'autant plus de gravité, que le nombre des voitures attelées est plus considérable. Nonseulement ils frappent un plus grand nombre de personnes, mais la masse en mouvement étant plus grande, les chocs en cas d'arrête brusque, sont plus difficiles à amortir, plus désastreux dans leurs conséquences." S. 107.

Vergleichen wir damit das atmosphärische System. Die stehende Maschine von 100 Pferdekräfte welche gegenwärtig auf der Bahn von Dalkey arbeitet, zieht 72 Tonnen, 20 Meilen in der Stunde, längs einer Linie von 1¾ Meilen bei einer Steigung von 1 : 100. — Smith und Barlow geben zu, daß „während ein großer Theil der Kraft des schweren Lokomotivs zur Fortbewegung desselben verbraucht wird, es allerdings feststeht, daß bei der atmosphärischen Bahn dieser ganze Ueberschuß von Kraft der Ladung zu Gute kommt." Dieser Gewinnst an Kraft macht es demnach möglich, dieß System mit Vortheil bei Linien von einer Steigung anzuwenden, bei welchen die Anwendung von Lokomotiven unmöglich ist; und, wo hier die Grenze zu setzen ist, wird nicht durch eine Berechnung der anzuwendenden Kraft, sondern der Oekonomie bestimmt. „Das atmosphärische System," sagt Mallet, „ist so zu sagen, über die Steigungen Herr geworden, und läßt Berechnungen zu, welche durch das gegenwärtige System, mit seinen beschränkten Bedingungen rein ausgeschlossen sind. Um den Widerstand einer Last bei einem steilen Berge zu überwinden, braucht man blos die Kraft der Maschine zu vermehren; und es fragt sich, in jedem einzelnen Falle nur, was theurer ist, dies, oder aber ein Tunnel oder Damm." Der Bericht an das Parlament sagt ferner: „Steile Steigungen mittelst weiterer Röhren zu überwinden, würde den Nachtheil nach sich ziehen, daß man die Züge am Fuße der geneigten Ebene anzuhalten und die Trägheit der Massen wieder zu überwinden hätte; beides würde Zeitverlust verursachen." — Dieser Einwurf wird von Bergin beantwortet:

„Man nehme an (was ich indessen in Abrede stelle), daß man das Lumen der Röhre bei jeder Steigung ändern und an deren Fuße anhalten müsse, um den Kolben zu wechseln: so werden doch solcher Haltepunkte sehr wenige sein, die der Ingenieur nicht bei der Anlage bequem zu Stationen verwenden könnte, so daß sich dann der Nutzen und die

Bequemlichkeit für's Publikum mit einem wohlfeilen und raschen Betriebe ganz gut vertrüge. Ich halte es aber gar nicht für nöthig, bei jeder steilen Steigung den Durchmesser der Röhren zu ändern;..... denn, je weniger die Luft in der Röhre verdünnt ist, desto mehr Luft wird bei jeder Pumpenbewegung im Verhältniß zur angewandten Kraft ausgepumpt; oder mit andern Worten: je geringer die Verdünnung (innerhalb gewisser Grenzen) bei verhältnißmäßig größerem Durchmesser der Röhre, desto größer ist die Ersparniß, und diese Behauptung wird gestützt durch die Untersuchungen des Berichterstatters. Ferner affizirt aber diese Reduktion des Vakuums gar nicht die Geschwindigkeit im Fahren, die wesentlich von der entleerenden Kraft der Pumpe abhängt. — Hiernach wird ein Ingenieur, bei der Bestimmung einer Eisenbahnlinie, da er weiß, daß er nicht auf Ebenen, nicht einmal auf nur sanfte Steigungen beschränkt ist, nur wenige Gegenden finden, in denen er nicht die Bahn beinahe auf den natürlichen Boden legen könnte: denn er kann ja jede Steigung anwenden, und die einzige Folge davon ist eine größerer Aufwand an Kraft, im graden Verhältniß zum vermehrten Widerstand.“ —

Noch einen andern, noch kaum zu schätzenden Vortheil bietet diese Möglichkeit steiler Steigungen: daß nämlich dem Ingenieur für die Wahl der Linie ein viel größerer Spielraum bleibt, und die Ausgaben für Entschädigungen der Landbesitzer dadurch bedeutend influenzirt und vermindert werden.

Abgesehen von diesen rein ökonomischen Betrachtungen, müssen wir nun den unberechenbaren Vortheil hervorheben, daß man jetzt Eisenbahnen in Gegenden anlegen kann, in denen die Lokomotiv-Beförderung immer unmöglich gewesen wäre. Berge lassen sich durchbohren, Thäler mit Viadukten überbrücken, oder mit Dämmen durchschneiden; allein es hängt dies nicht allein von Geschicklichkeit oder Kapitalien ab, sondern es findet seine Grenzen in einer berechnenden Oekonomie, in jener menschlichen Vorsicht, die die Ausgaben nach dem zu hoffenden Gewinne regulirt, die das Korn säet, auf daß es wachse und sich vermehre. Solche Riesenwerke werden nur da unternommen, wo der schon bestehende oder noch zu erwartende Verkehr die Spekula-

tion rechtfertigt, und wir können hiernach den Werth einer Erfindung abschätzen, welche die Vortheile der Kommunikation so weit ausdehnt, und zugleich unternehmenden Kapitalisten für die Beförderung des gemeinen Nutzens einen Gewinn verspricht.

Betriebskosten.

Wir gehen zu den Betriebskosten über. Der Bericht an's Parlament bemerkt darüber:

„Dieser Punkt läßt sich nicht allgemein beantworten, weil er von dem Maße des täglichen Verkehrs abhängt. — Wir zweifeln nicht daran, daß eine stehende Maschine, gehörig eingerichtet für eine Röhre von 3 Meilen, im Tage von 12 Stunden, viertelstündig (oder hin und zurück alle halbe Stunde) einen Zug ziehen kann: macht 144 Meilen. Diese Entfernung kostet bei Lokomotivmaschinen, nach einer mäßigen Schätzung, die Meile zu 1 sh. 4 d. gerechnet 9 £ 18 sh., in runder Summe £ 10 per Tag, während eine stehende Maschine nicht die Hälfte dieser Summe kosten würde. Man hätte demnach an den Betriebskosten jährlich £ 1800—2000 erspart.—Bei nur halbem Dienste stellen sich die Ausgaben beider Betriebsarten viel gleicher; und endlich bei $1/4$ des Dienstes, d. h. wenn blos alle zwei Stunden Züge abgingen, würde sich das Verhältniß zu Gunsten der Lokomotiv-Maschinen stellen. Der Unterschied besteht darin, daß im Einen Falle die täglichen Ausgaben dieselben bleiben, ob nun in Zwischenräumen von 1 Stunde oder $1/4$ Stunde gearbeitet wird; im Andern ist die Ausgabe der gethanen Arbeit proportional." Report. S. 5.

Wir wollen dieß als richtig annehmen; dabei erinnere man sich aber, daß, nach thatsächlichen Erfahrungen, die Bahn jetzt bei einer Geschwindigkeit von 50—60 Meilen stündlich eben so leicht arbeitet als bei 20, mit dem bemerkenswerthen Vortheile, daß größere Geschwindigkeit nicht auch größere Kosten bedingt; ja gewissermaßen verringern sich sogar die Kosten bei vermehrter Geschwindigkeit. So hat sich gezeigt, daß im Verhältniß zur größern Geschwindigkeit die Röhre weniger Luft durchläßt, was als Ersparniß zu betrachten ist. Nehmen wir daher an, daß der Verkehr auf einer Linie viertelstündige Züge nöthig macht,

statt halbstündig, so ist das leicht auszuführen; und der Bericht an's Parlament weist nach, wie in diesem Falle beim atmosphärischen System die Ersparniß zunehmen würde. Hierzu kommt noch ein eigenthümlicher Vortheil stehender Maschinen den Hr. Teisserenc erwähnt. (Bericht an d. franz. Regg. S. 107). — Die Kosten einer Lokomotiv-Maschine bleiben beinahe dieselben, welche Last sie auch ziehe. Die Reparaturkosten sind bei einer Maschine von größeren Dimensionen und größerer Kraft verhältnißmäßig kleiner; eine solche Maschine kann daher mit Vortheil nur bei großen Zügen angewandt werden; aus diesem Grunde wird die Anzahl der täglich abgehenden Züge, mithin auch der Vortheil des Eisenbahnreisens vermindert (Daselbst S. 107). — Zu demselben Resultat führt die Rücksicht für die öffentliche Sicherheit. Eine rasche Aufeinanderfolge der Züge auf derselben Linie ist immer eine Quelle von Gefahr, und längere Zwischenräume sind deßhalb nicht zu vermeiden. Auf der atmosphärischen Bahn dagegen ist der Betrieb um so ökonomischer, je rascher die Züge (ohne Rücksicht auf ihre Ladung) auf einander folgen. Nach den Versuchslisten der Bahn nach Dalkey braucht ein Zug mit einer Ladung von 72 Tonnen, 5 Min. 33 Sek. auf 1¾ Meilen. Da nun bei diesem System auf derselben Sektion der Bahn keine zwei Züge zugleich fahren können, so entsteht auch kein Aufenthalt aus Furcht vor der Gefahr des Einholens und Aufeinanderstoßens. Sobald daher ein Zug eine Sektion verlassen hat, wird die Röhre (in 3—5 Minuten) wieder ausgepumpt, und kann den folgenden Zug sogleich aufnehmen. Nach diesen Angaben kann man nun leicht seine Rechnung stellen; Gründe der Sparsamkeit sprechen dafür, so viel, anstatt so wenig als möglich Züge abgehen zu lassen; eine Gefahr, daß diese Züge einander einholen, ist nicht möglich; welche unberechenbaren Vortheile für das Publikum!

Es ist dieß ein sehr wichtiger und zu beachtender Punkt, daß die Ersparniß in den Betriebskosten grade durch die Betriebsart erreicht wird, die auch dem allgemeinen Vortheil entspricht; dadurch nämlich, daß man die Züge so rasch als möglich auf einander expedirt. Dabei nehmen sie natürlich an Gewicht ab, und folglich darf auch der Kolben, der weniger zu ziehen hat, verhältnißmäßig einen kleineren Durchmesser

haben. Dieß reduzirt die Kosten der Röhre (des wichtigsten Postens bei der ersten Anlage) beinahe in dem Verhältnisse der größern Geschwindigkeit und der raschern Aufeinanderfolge der Züge. — Die Ersparniß beim Betriebe und der Vortheil des Publikums gehen Hand in Hand.

Ein Punkt, der nächst der Sicherheit der wichtigste ist, ist die Schnelligkeit und die mannigfachen Vortheile, die direkt und indirekt daraus entspringen. Wir erwähnen hier nur im Allgemeinen Folgendes: Für die Regierung muß es von unberechenbarem Werthe sein, Depeschen, Truppen, und vor allem Briefe und Poststücke, bei reduzirten Kosten, mit doppelter Geschwindigkeit zu befördern. Welchen Einfluß auf das Einkommen und die Thätigkeit der Post Vortheile ausüben werden, wie: eine Aufeinanderfolge von Zügen, so oft man es wünscht; eine Geschwindigkeit doppelt so groß als jetzt; eine bedeutende Reduktion der Frachtpreise und die Möglichkeit, Eisenbahnen nach Richtungen zu eröffnen, wo jetzt nicht davon die Rede sein kann: alles das kann man sich vorstellen, aber nicht berechnen. Wie groß aber der Gewinn für die Nation ist, brauchen wir hiernach kaum auszuführen.

Eine andere Ersparniß entspringt daraus, daß man die zu verwendende Kraft genau nach dem verlangten Effekt reguliren kann. Mallet bemerkt hierüber:

„Die Eisenbahngesellschaft von Rouen bezahlt, was auch das Gewicht der Züge sei, 1 Fr. 10 Ct. per Kilometer für die bewegende Kraft, während man bei dem atmosphärischen System den Gang der Maschinen mäßigen und die Kraft mit dem Widerstand in's Verhältniß setzen kann, indem man die Luft nicht mehr verdünnt, als eben nöthig. So könnte man z. B. bei gewöhnlichen Gelegenheiten sich mit einer Verdünnung von 12—13 Zoll begnügen, die sich in zwei Minuten leicht herstellen ließe. So würden bei jeder Reise der Maschine drei Minuten Arbeit erspart.“ S. 52.

Der Bericht an das Parlament gibt an, daß „in Betreff der Unterhaltung der Bahn, die Differenz sich zu Gunsten der atmosphärischen Bahn stellt.“

Ein anderer Einwurf gegen das atmosphärische System ist von den Kosten einer stehenden Maschine und der Möglichkeit einer Beschädigung derselben hergenommen. — Dagegen sagt Samuda:

„Der Einwurf gegen stehende Maschinen, daß nämlich die Anlage einer Anzahl von stehenden Maschinen umständlich und kostbar sei, läßt sich am besten widerlegen, wenn man die Anzahl dieser Maschinen, ihre Kosten und die Arbeit, die sie thun, in Betracht zieht. Auf eine Linie von 30 Meilen kommen, bei einer Entfernung von circa 3 Meilen zwischen den einzelnen Maschinen, zehn Maschinen nebst Luftpumpe und Gebäulichkeiten. Soll die Bahn zum Transport von 5000 Tonnen per Tag längs der ganzen Linie dienen (was mehr als das doppelte des täglichen Transports auf irgend einer Bahn von England ist), so belaufen sich die Anlage-Kosten einer dieser Maschinen-Anlagen auf £ 4200, für die ganze Linie also auf £ 42,000. —

Es ist aber bekannt, und muß Denjenigen entgangen sein, welche diesen Punkt als einen Einwurf gegen das atmosphärische System aufgeführt haben, daß für den täglichen Transport von nur 1700 Tonnen, über Eine Lokomotivmaschine pr. Meile nöthig ist. Eine Lokomotivmaschine kostet £ 1500; die Beschaffung der Lokomotivkraft für eine Bahn von 30 Meilen kostet demnach £ 45,000. Es stellt sich also beim atmosphärischen System eine Ersparniß von £ 3000 heraus, die aber noch nicht die wichtigste ist. Jeder Baumwollenspinner in Lancashire und Yorkshire, und Jederman der mit dem Bergbau vertraut ist, weiß, daß wenn einmal für seine Maschine, die entweder seine Stühle treibt oder seine Werke auspumpt, die erste Ausgabe gemacht ist, und seine Maschine einmal steht, daß ihm dann deren Abnutzung, ihr unregelmäßiger Gang und die jährlichen Unterhaltungskosten, nicht mehr viel Sorge machen. Fünf pCt. der Anlagekosten jährlich decken reichlich alle nöthigen Reparaturen, und die Kosten von allem Oel, Hanf und Talg, die man an der Maschine braucht. Es ist eine Ausnahme und nicht die Regel, wenn eine stehende Maschine einmal eine solche Störung erleidet, daß sie stille stehen muß.

Jährliche Ausgaben für die Maschine:

5% vom Anlagekapital (£ 42,000)	£ 2100
Kohlen für dieselbe (bei einem Transport von 2000 Tonnen pr. Tag,) 6420 Tonnen pr. Jahr, 20 Schill. pr. Tonne	„ 6420
Gehalt für Maschinisten und Heizer	„ 1800
	£ 10,320.

Nehmen wir dagegen die Liverpool-Manchester-Bahn. Sie ist 30 Meilen lang, und die einzige, die auf ihrer ganzen Länge 1700 Tonnen täglich transportirt; die Lokomotivkraft, incl. Coaks kosten jährlich £ 50,000. Bedarf es noch eines weitern Kommentars, wenn die Kosten der atmosphärischen Bahn 10,320 betragen, und derselbe Verkehr mit Lokomotiven über 50,000 kostet? Wie groß nun auch der pekuniäre Gewinn ist, so dürfen wir doch den dritten Einwurf nicht vergessen: nämlich die irrige Meinung, daß ein Unfall an einer der stehenden Maschinen den Verkehr der ganzen Linie stören würde. Auf den ersten Anblick ist dieser Einwurf gegründet; aber wir haben schon gezeigt, wie gering bei einer stehenden Maschine die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls ist und, um sich ganz sicher zu stellen, kann man an jeder Station zwei Maschinen und Pumpen, jede von der halben Kraft, die nöthig ist, anbringen. Wenn dann die eine Maschine, in Folge einer oder der andern Ursache stille steht, so würde doch der Verkehr nicht unterbrochen, und die einzige Verzögerung würde darin bestehen, daß der Zug auf der einen Bahnsektion, wo nur mit halber Kraft gearbeitet wird, langsamer geht; und bis der Schaden wieder ausgebessert ist, würde die ganze Verzögerung auf jeder Fahrt fünf bis sechs Minuten betragen." S. 17.

Was diese Störungen an der Maschine oder aus irgend einem andern Grunde betrifft, bemerkt Samuda ferner:

„Zunächst haben wir die Unterbrechung des Verkehrs in Folge von Störungen an der Röhre zu betrachten. Dies begreift 1) einen Unfall an der Röhre selbst, 2) einen mangelhaften Verschluß durch die Komposition. Ein Unfall an der Röhre kann nur durch einen Bruch entstehen, und wenn dieser nicht absichtlich herbeigeführt wird, gar nicht. Nehmen wir nun auch an, daß eine Röhre irgend wie gebrochen sei;

so wird sie in weniger Zeit entfernt und durch eine andere ersetzt sein, als man braucht, um nach einem Zusammenstoß die Trümmer einer zerbrochenen Maschine und des Zugs fortzuschaffen; und ist ein Theil der Klappe neu anzubringen, so läßt sich das ebenfalls schneller thun, als man eine Schiene wieder legt, die etwa von einer ausgesprungenen Maschine aufgerissen ist. Hätte auf der andern Seite statt an Einer Stelle, das heiße Eisen an hundert Stellen schlecht gearbeitet, und die Röhre unvollkommen verschlossen, so würde der Zutritt der atmosphärischen Luft durch die Komposition an diesen Stellen die Quecksilbersäule nur ein paar Zoll herabdrücken, und eine Unterbrechung der Fahrt dadurch nicht herbeigeführt werden. Vergleicht man nur die Quantität Luft, die bei jedem Pumpengang ausgeleert wird, mit der Quantität, die bei einem mangelhaften Verschluß durchleckt, so wird man diese falsche Ansicht sogleich aufgeben. Mehr Eindruck als jeder theoretische Beweis, wird hier ein Beispiel aus der Praxis machen. — Bei allen unsern Versuchen, hat der Stand der Quecksilbersäule, an demselben Tage nie mehr als um zwei Zoll differirt; und da es achtmal so vieler Minuten bedarf, um das Vakuum in der Röhre zu zerstören, wenn die Maschine in Ruhe ist, als man braucht, um es zu vermehren, wenn die Maschine im Gange ist, so folgt, daß man nur $1/8$ der Kraft (zwei Pferdekräfte) bedarf, um dieses Eindringen von Luft unschädlich zu machen. — Als ein besonderer Vortheil bei allen Eisenbahnen ist es zu betrachten, wenn man vorkommenden Falles bei einem Unglück den Verkehr auf der Linie gleich anhalten kann, bis der Schaden ausgebessert, oder das Hinderniß weggeräumt ist; es wird dadurch jede Möglichkeit aufzulaufen (running into) vermieden. Die Schwierigkeiten, die man in dieser Hinsicht bei einem Lokomotiv zu überwinden hat, finden bei einer stehenden Maschine gar nicht statt. — Mittelst eines elektrischen Telegraphen kann man mit jeder Station auf einer Bahn von 100 Meilen in einer halben Minute verkehren, und dadurch die Fahrten nach Belieben anhalten und wieder fortgehen lassen." S. 17.

Denselben Einwurf hat Mallet einer Betrachtung unterworfen: „Man hat gesagt daß bei dem Einen Schienenweg, bei einem Un-

falle aller Verkehr aufhören müsse, während man bei den zwei Geleisen einer Lokomotivbahn, noch die andre Bahn habe. Ich will die Haltbarkeit dieses Einwurfs nicht bestreiten und läugnen; er wird aber sehr geschwächt dadurch, daß viele von den Unfällen, die auf einer Lokomotivbahn vorkommen, auf der atmosphärischen unmöglich sind. — Keine Kollisionen, kein Ablaufen von den Schienen! woher sollen denn die Unfälle kommen? Von böswilligen Menschen, die die Bahn beschädigen? Die Lokomotivbahnen sind dem ebenso ausgesetzt, als die atmosphärischen, und zwei Linien können ebenso gut beschädigt werden, als eine. Ich sehe keinen Grund zu einer Unterbrechung als einen Achsen- oder Radbruch — Unfälle die selten vorkommen; und wenn sie vorkommen, so kann der beschädigte Wagen leicht von der Bahn geräumt werden. Ich läugne, nicht daß manche Unterbrechungen der Transporte vorkommen können, aber diese kommen bei den Lokomotivbahnen ebenso vor, trotz der zwei Schienenwege."

Sicherheit.

Es bleibt uns noch zu betrachten, wie sich die atmosphärischen Bahnen in Betreff der Sicherheit gegen die Lokomotivbahnen verhalten. Es ist dies ein Gegenstand von solcher Wichtigkeit, daß wenn ein System, auch bei größeren Anlage- und Betriebskosten, eine verhältnißmäßig größere Sicherheit böte, die Rücksicht darauf ihm schlechtweg den Vorzug verleihen würde. — Bietet dagegen eine Erfindung die Mittel, wohlfeiler zu reisen, und zugleich die Möglichkeit jedes Unglück zu vermeiden, so verdient sie für eine solche Wohlthat für die Menschheit Beachtung und Unterstützung; und wenn irgend etwas die atmosphärische Eisenbahn besonders auszeichnet, so ist es eben die große Sicherheit, die in Anlage und Betrieb liegt. Wir führen hierüber die Worte des Hrn. Teisserenc an:

„Es ist leicht zu zeigen, daß das atmosphärische System alle wichtigsten Veranlassungen zu Unglück auf unsern jetzigen Bahnen wegräumt. Welches sind diese? Kollisionen zwischen den Zügen, das Verlassen der Spur, Achsenbruch bei den Lokomotiven, der Einsturz von Erd-Durchstichen, endlich Feuersbrünste. Beim atmosphärischen Sy-

stem sind Achsenbruch, Feuersbrünste, und Kollisionen unmöglich. Da die Bahn dem natürlichen Niveau des Bodens folgt, können große Erdarbeiten nicht stattfinden, und da der Zug an einem Punkt befestigt ist, so kann er die Schienen nicht verlassen.“ S. 117.

Samuda über denselben Gegenstand:

„Außerdem bieten sich noch andere Vortheile für das Publikum. Es können keine Kollisionen zwischen den Zügen stattfinden. Denn da die Kraft sich nicht auf mehr als Einen Kolben in derselben Röhrensektion anwenden läßt, so müssen die Züge immer wenigstens um eine Sektion aus einander sein. Wird ein Zug aus irgend einem Grund gezwungen in der Mitte einer Sektion anzuhalten, so muß auch der folgende Zug am Anfang dieser Sektion anhalten, weil keine bewegende Kraft da ist, bis der erste Zug heraus ist. Es können auch nicht zwei Züge gegeneinander laufen, weil die Kraft in jeder Sektion nur nach einer Richtung hin wirkt. Es kann kein Zug aus den Schienen springen, da der erste Wagen an dem Kolben fest ist, und dieser in der Röhre zwischen den Schienen sich bewegt. Gepäck und Wagen können nicht in Brand gerathen, weil keine Dampfmaschine beim Zug ist.“ —

Diese Angaben bestätigt Mallet in seinem Gutachten: — Erstens ist dieses System, weil es keine Lokomotiven anwendet, frei von allen Gefahren, denen man durch Unfälle an diesen ausgesetzt ist. Zweitens verschwindet alle Gefahr von Kollisionen, und man genießt in dieser Hinsicht vollständige Sicherheit, da niemals zwei Züge zugleich in derselben Röhre laufen können.“ — Ferner: „Bei der atmosphärischen Bahn ist es unmöglich, daß der Zug aus den Schienen springe, oder wenigstens kann, wenn auch ein Wagen aus den Schienen kommt, kein Unglück daraus entstehen. Es kann nämlich erstens der vorderste, an der Röhre befestigte Wagen, der wegen seines Gewichts und der Stärke der Befestigung als unbeweglich angesehen werden kann, die Schienen nicht verlassen, und die folgenden, an einander geschlossenen Wagen noch weniger. — Es hat aber auf einer Eisenbahn wenig zu sagen, wenn einer von den hintern Wagen aus der Spur springt, so lange der vorderste Wagen darin bleibt; seine Räder wühlen wohl den Boden

neben der Spur auf, Gefahr kann aber daraus keine erwachsen, da er nicht weiter abweichen kann, und im schlimmsten Falle wird bloß die Geschwindigkeit abnehmen. Dieses Resultat ist sehr wichtig für den Bau von Bahnen nach dem atmosphärischen Systeme; denn man kann demnach Kurven, deren Radius nach dem Lokomotivsystem wenigstens 800 m. beträgt, jetzt, bei dem atmosphärischen System viel kleiner nehmen. Ich halte es nicht für gut, sie soweit zu reduziren, als dies auf der Bahn von Kingstown nach Dalkey geschehen ist, glaube aber, daß Radien von 300 bis 400 m. ganz ausführbar sind." — S. 28.

Es ist dieser Punkt so wichtig für das Publikum, daß es uns passend erscheint, die Ansichten aller der Ingenieurs zu vergleichen, die die Vortheile dieses Systems untersucht und besprochen haben. Wir geben deßhalb noch aus Bergin's Schrift eine Stelle über eine Bemerkung im Bericht an das Parlament daß es nämlich viel zur Sicherheit beitrage, wenn die Quelle der bewegenden Kraft beim Zuge sei.

„Es bleibt mir noch ein Punkt zu betrachten, der aber, wie mir scheint, so wichtig ist, daß er vorzüglich das atmosphärische System karakterisirt: ich meine nämlich die Sicherheit der Reisenden, nicht nur verglichen mit andern Transportmitteln, sondern in Beziehung auf den höchsten, zu erreichenden Grad der persönlichen Sicherheit. Ebenso nun, wie sich das Lokomotiv-System zu andern Transportmitteln verhält, so verhält sich das atmosphärische zu diesem; oder, mit einem Worte, es ist so gegen Zufälle gesichert, als irgend eine menschliche Einrichtung es zuläßt. Welche Elemente der Gefahr sind da? — Eine Kollision ist unmöglich, ebenso fehlen alle erkennbaren Ursachen zu Brüchen in einzelnen Theilen. Der Bericht sagt hierüber: „Auf Eisenbahnen ist es ein bedeutendes Element der Sicherheit, daß die Quelle der bewegenden Kraft beim Zuge sich befindet, und alsbald abgeleitet werden kann, sobald ein Grund zum anhalten entsteht." Allein die Nähe der Maschine, man hat es oft erfahren, ist nicht immer ein Sicherungsmittel gewesen, sondern es ist im Gegentheil ein bedeutender Theil der Eisenbahn-Unglücke grade und einzig dadurch veranlaßt worden. Der zweite Theil obiger Behauptung ist im Allgemeinen richtig, stellt aber keinen Unterschied zwischen beiden Systemen heraus; oder

wenn einer ist, so spricht er für das atmosphärische System, da die Mittel, die Kraft abzuleiten, viel zuverlässiger sind. Der Regulator oder Hahn an einer Dampfmaschine kann festsitzen, so daß der Maschinist nicht im Stande ist ihn zu bewegen, wofür ich mehrere Beispiele kenne. Nun gibt es aber im täglichen Leben eine Menge Vorrichtungen der Art, daß man Eine davon zur Verbindung des Pistons mit dem Zuge benutzen könnte, die sich zugleich leicht davon trennen ließe. Selbst, wäre dies nicht möglich, so bleibt die Trennung des Zugs vom Kolben nicht einmal das einzige Mittel, worüber der Kondukteur verfügen kann; er hat, wie beim Lokomotivzug, die Bremse und außerdem das Mittel augenblicklich eine Komunikation des ausgepumpten Röhrentheils mit der Atmosphäre herzustellen. Dieses letzte Mittel wirkt zwar nicht so rasch, als das Abschließen des Dampfes beim Lokomotiv; aber in Verbindung mit der Bremse, die wegen des geringeren Gewichts und Moments des Zuges, wie ich aus häufigen Versuchen weiß, selbst bei großer Schnelligkeit und bei voller Kraft, viel wirksamer ist, als bei Lokomotivzügen, halte ich es für möglich, durch diese Mittel, den Zug in so kurzer Zeit anzuhalten, als es sich mit der Haltbarkeit der Wagen verträgt."

Daß also die Quelle der Kraft vom Zuge entfernt ist, begründet nicht eine Unsicherheit, sondern grade das Gegentheil. „Ein Lokomotiv", bemerkt Teisserenc, „führt immer ein furchtbares, zerstörendes Element, das Feuer, mit sich, dessen Gefährlichkeit bei der Katastrophe von Versailles am 8. Mai und den Unfällen auf den Eisenbahnen bei Lüttich und Zarskojeselo nur zu sehr hervorgetreten ist." Solche Beispiele von größerer oder geringerer Gefahr ließen sich aus der Praxis noch mehrere aufführen. Ueber obigen Einwurf bemerkt noch Mallet, „ich muß noch erwähnen, daß es unrichtig ist, wenn man sagt, es bestehe keine Verbindung zwischen dem Maschinisten und dem Zuge. Das Barometer, das jener immer vor Augen hat, zeigt ihm immer die Kraft an, die auf den Kolben wirkt, und die größere oder geringere Geschwindigkeit des Zugs erkennt er an dem Steigen und Fallen des Quecksilbers. — Dabei ist das Barometer ein Instrument, das Einer nach kurzer Unterweisung begreifen und benutzen lernt." —

Außerdem, daß also diese Gefahr beseitigt ist, leuchtet es ein, daß grade in dem Punkt, in welchem der Parlamentsbericht dem Lokomotivsystem ausschließliche Sicherheit zuschreibt, daß grade in diesem das atmosphärische System neben allen Mitteln des andern Systems, ohne ihre Gefährlichkeit, auch noch andre zur Disposition hat. Dadurch nämlich, daß das Gewicht des Lokomotivs wegfällt, vermindert sich das Moment des Zugs bedeutend. Das Gewicht eines Zugs der 200 Passagiere fortschafft, beträgt 77 Tonen bei dem Lokomotivsystem, bei dem atmosphärischen nur 33, so daß also die Anwendung der Bremse diesen Zug in der halben Zeit aufhält, den sie bei jener braucht. Bergin hat dies schon in obigem Auszug erwähnt; wir müssen noch ein andres Mittel anführen.

Wird bei einer Lokomotiv-Maschine die Kraft abgeleitet, so wird das Bewegungsmoment durch die Bremse überwunden und dadurch, daß man die Maschine rückwärts arbeiten läßt. Bei dem atmosphärischen System wird derselbe Zweck auf dieselbe Art durch die natürliche Aktion des angewandten Prinzips erreicht. Sobald der Kondukteur (mit den einfachsten Mitteln) die Kommunikation zwischen dem Vakuum und der atmosphärischen Luft hergestellt hat, so hemmt jetzt, wo man es wünscht, dieselbe Kraft den Zug, die ihn vorher vorwärts getrieben hat; denn sobald die Luft vor dem Piston zugelassen wird, so hört nicht nur die bewegende Kraft auf, sondern der Zug hält sich durch sein eigenes Bewegungsmoment auf, indem er die Luft vor dem Kolben zusammendrückt; so daß deren Dichtigkeit im Verhältniß zu der Geschwindigkeit ein Hinderniß abgibt, das erst aufhört, wenn der Zug anhält.

Es läßt sich bei der Betrachtung dieses Punktes noch eine andre Frage aufstellen, ob nämlich, wenn beim Hinauffahren einer steilen Anhöhe der Verschluß vor dem Kolben unvollkommen ist, oder sonst ein Unfall eintritt, der Zug nicht durch seine eigne Schwere herabgleiten würde. In diesem Falle würde dasselbe Prinzip wieder als Gegenmittel wirken. Das Bewegungsmoment des Zugs ist der Neigung der Ebene proportional, je größer daher die Geschwindigkeit, desto mehr würde die Luft zusammengedrückt werden, und also die Kraft des Widerstan-

des wachsen. Jedermann wird diese ebenso schönen als einfachen Wirkungen derselben Kraft einsehen.

Vergleichung mit Lokomotiv=Bahnen.

Wir haben die Haupt=Einwürfe des Berichts an das Parlament beantwortet. Bergin von Dublin hat in seiner Schrift schon mehrere derseben beantwortet, er unterwirft aber darin die Resultate der von den Berichterstattern angestellten Versuche und ihre theoretischen Untersuchungen einer weitern Prüfung, besonders soweit sie die Kosten der zur Auspumpung der Röhre erforderliche Maschinenkraft betreffen, nämlich der Kraft der Luftpumpe und den Verlust durch Durchdringen der Luft an der langen Klappe und dem Kolben in der Röhre. — Bergin beurtheilt ferner die aus diesen Berechnungen gefolgerten Schlüsse, ist aber nicht immer derselben Ansicht. Vergleichen wir erst, was Clegg und Samuda über den Vorzug zwischen beiden Systemen in dieser Hinsicht sagen:

„Wir erwähnen zuvörderst die Hauptmängel bei Lokomotivbahnen. Es sind die großen Anlage= und Betriebskosten, und der Umstand, daß es unmöglich ist, eine Geschwindigkeit von mehr als 25 Meilen per Stunde zu erhalten, ohne die Kosten über Verhältniß zu erhöhen. Denn eine Maschine, die auf einer Ebene 61,29 Tonnen mit einer Geschwindigkeit von 25 Meilen per Stunde zieht, kann bei 30 Meilen nur 29,66 Tonnen ziehen; dies macht für die 5 Meilen mehr, einen Verlust an Kraft von mehr als der Hälfte aus. Diese Mißstände rühren her: erstens davon, daß man die Bahnen wegen der Natur der angewandten Kraft beinahe genau eben legen muß; dann läßt sich nicht die ganze Kraft des Lokomotivs auf den Zug verwenden, eben weil es auch sich selbst und noch den Tender zu schleppen hat. Auf diese Art geht schon auf ebener Bahn ein großer Theil der Kraft verloren; noch größer ist dieser Verlust bei der geringsten Steigung." Samuda S. 21.

In Betreff der Geschwindigkeit des Reisens stellt sich ein bedeutender Contrast zwischen beiden Systemen heraus, insofern nämlich, als auf der atmosphärischen Bahn vermehrte Geschwindigkeit nicht auch Vermehrung der Kosten bedingt. Die Summe der auf die Luftver=

dünnung zu verwendenden Kraft bei dem Transport einer gegebenen Ladung nach einer gegebenen Entfernung bleibt dieselbe, wie groß auch die Geschwindigkeit sei; es wird vielmehr, wie oben gezeigt ist, bei größerer Geschwindigkeit durch das geringere Eindringen von Luft eine Ersparniß erzielt. — Auf einer Lokomotivbahn dagegen führt, wie oben klar gezeigt worden, eine Steigerung der Geschwindigkeit von 25 auf 30 Meilen pr. Stunde, einen Verlust von mehr als der halben Kraft herbei. Dazu kömmt noch ein andrer Nachtheil, — wenn nämlich der Zug eine geneigte Ebene hinauf zu ziehen ist, wo die Schwierigkeit im Verhältniß zur Steigung wächst. Eine Maschine die 269,87 Tonnen bei 10 Meilen per Stunde zieht, bei einer Steigung von $1/_{1000}$, kann bei $1/_{100}$ nur 84,07 Tonnen mit derselben Geschwindigkeit ziehen. „So verliert oder vermindert sich die Kraft", sagt Pim, „im umgekehrten Verhältniß, wie man sie braucht, grade in dem Augenblick, wo man sie zu steigern wünschte."

Folgende Tabelle aus Wood's *Practical Treatise on Railroads* (3. Ausg. S. 591) zeigt, wie viel Gewicht an Ladung eine Lokomotivmaschine, die 60 Kubikfuß Wasser per Stunde verdampft, bei verschiedenen Steigungen der Bahn und verschiedener Geschwindigkeit zieht. Der Leser wird daraus einen Vorzug der atmosphärischen Bahn klar ersehen.

Neigung der Bahn.	Geschwindigkeit von Meilen pr. Stunde								
	10	12½	15	17½	20	22½	25	27½	30
	Tonnen.								
eben	346	251,10	187,84	142,64	108,75	82,38	61,29	44,04	29,66
1 : 4480	325,72	236,09	176,35	133,66	101,65	76,75	56,83	40,54	26,95
1 : 2240	307,58	222,67	166,06	125,62	95,30	71,71	52,84	37,40	24,54
1 : 1120	276,47	199,65	148,44	111,85	84,41	63,07	45,99	32,03	20,39
1 : 1000	269,87	194,76	144,70	108,93	82,11	61,24	44,54	30,89	19,51
1 : 900	264,59	190,85	141,70	106,58	80,25	59,77	43,38	29,98	18,80
1 : 800	255,56	184,17	136,59	102,5	77,09	57,25	41,40	28,42	17,60
1 : 700	246,17	177,22	131,27	98,43	73,81	54,65	39,33	26,79	16,35
1 : 600	234,68	168,72	124,75	93,34	69,78	51,46	36,80	24,81	14,82
1 : 500	220,02	157,87	116,45	86,85	64,65	47,38	33,58	22,28	12,86
1 : 400	201,04	143,82	105,69	78,44	58,01	42,11	29,40	19	10,33
1 : 300	175,39	124,85	91,16	67,09	49,03	34,99	23,76	14,57	6,91
1 : 200	138,48	97,54	70,24	50,74	36,12	24,74	15,64	8,20	1,99
1 : 100	84,07	55,30	37,89	25,46	16,14	8,88	3,09	—	—

Einen weitern Nachtheil des Lokomotivsystems erwähnt Samuda, nämlich:

„Die Nothwendigkeit wegen der schweren Lokomotive auch sehr große und schwere Schienen und Fundamente anzuwenden. Die Lokomotive excl. Tender, wiegen gewöhnlich 14 — 15 Tonnen: überdies, da eine Bahn, die diese Last gewissermaßen an Einem Punkte tragen soll, sehr fest sein muß, zwängt die (von der Maschine mitgetheilte) abwechselnde Bewegung der Räder die Schienen beständig aus ihrer Lage."

„Die größte Ausstellung gegen eine Lokomotivbahn ist vielleicht die Kostbarkeit des Betriebes, die noch dadurch erhöht wird, daß man eine große Anzahl Reservemaschinen braucht, um sie alle in gehörigem Stande halten zu können. Die Ausgabe bei der Liverpool-Manchester-Bahn für bewegende Kraft und Coaks beläuft sich jährlich auf £. 50,000 bis 60,000, also beinahe 2000 £. jährlich per Meile, bei einem Verkehr von 1700 Tonnen täglich. Diese Ausgabe begreift die erste Anschaffung und die Zinsen vom Kapital nicht ein." — S. 22.

Der Bericht ans Parlament sagt: „Was die Kosten für bewegende Kraft betrifft, so muß eine Lokomotivbahn, die gut ausgerüstet ist, per Meile Eine Reservemaschine haben; dazu kommen noch Wasserstationen, Maschinenschoppen, Werkstätten 2c." Dadurch, daß alle diese Maschinen außer Gebrauch sind, liegt ein entsprechendes Kapital todt da, und gibt keine Zinsen. Und unbedeutend ist dieser Verlust nicht, denn eine Lokomotivmaschine kostet über £. 1500, und die Unterhaltungs- und Reparaturkosten belaufen sich auf 5% jährlich an jeder. — Diese ganze Ausgabe und der Verlust der Zinsen wird bei der Anwendung vorstehender Maschinen gespart, bei denen die Unterhaltungskosten kaum der Rede werth sind: — Kehren wir zu Samuda zurück.

„Ein anderer Mangel ist der enorme Verbrauch von Brennmaterial im Verhältniß zur erzielten Kraft; er rührt zum Theil davon her, daß die Bewegung der Kolben zu rasch ist, als daß der Dampf seine ganze Wirkung auf sie ausüben könnte, dieser also eine rückwirkende Kraft auf die Kolben ausübt und ihre Kraft im Verhältniß ihrer eigenen Geschwindigkeit reduzirt. Die Kraft der Maschine wird daher im

mer vermindert, wenn der Zug sich schneller bewegt. — Diese Mängel treten in dem Maaße hervor, daß, bei einer Geschwindigkeit von 20 M. per Stunde, die effektive Kraft der Maschine auf die Hälfte derjenigen reduzirt ist, die der Dampf erzeugt und dem Verbrauch an Brennmaterial entspricht; bei 30 M. Geschwindigkeit auf $^1/_4$; und bei einer Geschwindigkeit von wenig mehr als 45 Meilen ist die Kraft der Maschine so weit herabgedrückt, daß sie nur sich selbst und den Tender zieht. Außerdem verliert man noch viel Brennmaterial durch den Kraftverlust bei Steigungen. Endlich gehören hierher noch die Möglichkeit von Unfällen, von Kollision, Ausweichen aus den Schienen, Zerplatzen der Kessel ꝛc.

Aus alle dem ergibt sich, daß alle Mängel des gegenwärtig üblichen Systems vom Gebrauche der Lokomotivmaschinen herrühren, und daß man die Abhülfe dieser Mängel darin zu suchen hat, daß man an ihrer Statt stehende Maschinen anwendet.“ S. 24.

Damit vergleiche man zum Schlusse die Vorzüge des atmosphärischen Systems:

1) „Verliert man keine Kraft dadurch, daß die Maschine sich selbst zu schleppen hat; die Steigungen erfordern nur ebensoviel Kraft, als mit ihrer Steigung im Verhältniß steht. Man kennt keine andere Kraft, die sich zur Lokomotion anwenden läßt, ohne mit bedeutendem Gewicht und Reibung verbunden zu sein. Dieß gilt, wie oben bewiesen, namentlich von Lokomotiven, ebenso von Seilen, die gleichfalls mit dem Train fortgezogen werden müssen und bei geneigten Ebenen eine neue Last abgeben. Ihre sonstigen Mängel sind allgemein bekannt.

2) Das Gewicht der Schienen und chairs darf um ein Drittel vermindert werden, da die Wagen des Zuges zu leicht sind, um sie zu beschädigen. Aus demselben Grunde reduziren sich die Kosten für die Unterhaltung der Bahn.

3) Die Unterhaltungskosten der Lokomotivmaschinen verhalten sich zu denen der stehenden Maschinen wie 18 : 1.

4) Bei dem neuen Systeme erhält man immer den ganzen Effekt der Maschine; der Zuschuß von Brennmaterial, den eine geneigte Ebene nöthig macht, gleicht sich dadurch aus, daß der Zug auf

dem Rückwege durch seine eigene Schwere hinabrollt. Eine fernere Ersparniß besteht darin, daß man Kohle statt der doppelt so theuren Coaks brennen kann."

„Bei dem neuen System hängt die Geschwindigkeit von der Zeit ab, in welcher die Luft ausgepumpt wird. Nimmt man daher die Luftpumpe größer, so kann man jede Geschwindigkeit erreichen, und bei einem bestimmten täglichen Verkehr bringt größere Geschwindigkeit keinen weitern Verbrauch von Brennmaterial oder sonstige Ausgaben mit sich, als was man zur Ueberwindung des stärkern Luftdruckes braucht. Legt man die Bahn gleich mit Rücksicht auf größere Schnelligkeit an, so ergibt sich noch eine Ersparniß dadurch, daß man die Reise schneller, also täglich häufiger, und folglich mit kleinern und leichtern Zügen macht, und daß der der Kolben, weil er weniger zu ziehen hat, kleiner im Durchmesser sein darf. Die Kosten der Röhre (die den Hauptposten ausmachen) vermindern sich dadurch beinahe im Verhältniß zur Geschwindigkeit." S. 26.

Ueber die Wirkung, die eine Verminderung der Geschwindigkeit auf die bewegende Kraft äußert, macht Mallet eine wichtige Bemerkung. Bei der Beschreibung seiner Versuchsfahrten auf der Linie von Dalkey sagt er:

„Während unserer Fahrt (bei einer Geschwindigkeit von 45 Meilen per Stunde) sank das Barometer auf 21 Zoll, weil wir schneller fuhren, als der Röhre die Luft entzogen werden konnte, und daher die in der Röhre noch enthaltene Luft sich verdichtete und das Barometer fallen machte. Das Gegentheil fand bei dem folgenden Versuche mit demselben Zuge statt. Wir fuhren bei 8 Zoll, d. h. mit einer Kraft von 704 Pfund, ab, kamen sehr langsam weiter und sahen dabei das Quecksilber nach und nach auf 20 Zoll steigen. Dießmal bildete die Luftpumpe das Vakuum rascher, als wir fuhren. — Es ist dieß beim atmosphärischen Systeme sehr wichtig. Wenn der Zug durch Ueberladung langsam geht, oder anhält, so nimmt die bewegende Kraft augenblicklich zu." S. 16.

Wir wollen keine weitere Details betreffend die wahrscheinliche Ersparniß bei atmosphärischen Bahnen anführen. Die Berechnungen von Samuda und Clegg ergeben eine bedeutende Reduktion in den An-

lagekosten einer Bahn nach ihrem System, und eine Ersparniß von mehr als der Hälfte bei den Betriebskosten. Die Richtigkeit ihrer Berechnungen läßt sich durch die Vergleichung ihrer Voranschläge mit den wirklichen Kosten der Bahn zu Dalkey kontrolliren, welche letztere uns sichere Data liefert. Der vollständige Apparat auf der Linie kostet £. 4300 per Meile; die Dampfmaschinen, Luftpumpen, Maschinengebäude 2c. £. 1000, also in Summa £. 5300. Dabei müssen wir eine Bemerkung Mallet's anführen, daß nämlich „die Maschine offenbar stärker ist, als das Arbeitsbedürfniß dieser Bahn verlangt; ich höre, daß sie eine Röhre von 6 Meilen Länge auspumpen kann, und gegenwärtig arbeitet die Maschine meistens nur mit halber Kraft."

Kingstowner Bahn.

Nach dem glücklichen Erfolgs der Versuche zu Wormholt Scrubs und auf den Rath des Herrn Pim erklärte die Dublin-Kingstowner Eisenbahngesellschaft ihren Wunsch, das atmosphärische System auf einer Fortsetzung ihrer Linie bis Dalkey anzunehmen. Sie wandte sich zu diesem Zwecke wegen einer Anleihe und Hypothek auf die schon fertige Bahn an die Regierung. Unterdessen war der schon oft erwähnte Bericht an das Handelsamt eingegeben, welcher die Lösung der Aufgabe im Prinzip in folgenden Worten vollständig zugesteht: „Wir halten dafür, daß das Prinzip der atmosphärischen Bewegung jetzt festgestellt ist, und daß die Oekonomie des Betriebes mit der Länge und dem Durchmesser der Röhre zunimmt." — Mit anerkennungswerthem Gemeinsinn verstand sich die Regierung dazu, an dem ersten Versuche eines so nationalen Unternehmens sich zu betheiligen, und bewilligte der Dublin-Kingstowner Gesellschaft eine Anleihe von £. 25,000. Die Gesellschaft konnte indessen keine Bahnlinie erlangen, ohne sich erst an das Parlament zu wenden, und um den daraus erwachsenden Zeit- und Geldverlust zu vermeiden, gestattete ihr das Bauamt (Board of works) die Benutzung des ihm gehörigen Terrains, auf welchem die Steine von den Brüchen von Killina nach dem Hafen von Kingstown geschafft werden. Diese Bahn bot ihrer Natur nach für den Bau einer Eisenbahn die größten Schwierigkeiten

bar; dennoch vertrauten Samuda und Clegg so fest auf die Richtigkeit ihres Projektes, daß sie es gerne zum erstenmale unter so sehr erschwerenden Umständen der Probe der wirklichen Ausführung unterwarfen. Die Vollendung der Bahn ist nun in zwiefacher Hinsicht sehr wichtig. Bei der Beschaffenheit der Bahn war eine Anzahl kleiner und schwieriger Kurven nicht zu vermeiden, auf denen eine Lokomotivbahn nur mit Gefahr und langsam hätte laufen können. Man befährt sie gegenwärtig leicht und bequem mit einer Geschwindigkeit von 60 Meilen per Stunde, und mit einer Ladung von 72 Tonnen bei 25 M. per St. Außerdem ist ein anderer Punkt entschieden worden, von dem in der That die Anwendung dieser Art Bahnen auf langen Linien abhängt, nämlich die Möglichkeit, leicht von einer Röhrensektion zur andern überzugehen. Es ist zwar gegenwärtig nur Eine Sektion in Arbeit, und die Lösung des Problems läßt sich nicht vollständig beweisen; sie wird indessen dadurch sehr wahrscheinlich gemacht, daß der Zug zu wiederholten Malen leicht und regelmäßig von einer Sektion abgelaufen ist. Die Bewegung des Ventils, welche die Sektionen scheidet, ist einfach und leicht (vgl. Teisserenc's Beschreibung derselben) — und die Thatsache, daß dieses Ventil richtig arbeitet, beweist ja genug. Denn kann ein Zug, ohne anzuhalten, von einer Sektion ablaufen, so muß er nothwendig sogleich auf die andere übergehen; und es wird dieß eben so leicht bei hundert Sektionen als bei zweien stattfinden.

Der ausgezeichnete Bericht des Herrn Teisserenc basirt sich auf Beobachtungen an der Versuchsbahn zu Wormholt Scrubs. Er bespricht darin die Schwierigkeiten und Gefahren des Lokomotivsystems, und fährt dann fort:

„Le système atmosphérique est exempt des défauts que nous venons de reprocher aussi bien aux locomotives, qu'aux machines à câbles. Son application dispenserait à la fois et du poids inutile du moteur dans le premier système, et du poids inutile de l'intermédiaire dans le second; elle permettrait l'excessive division, l'excessive multiplicité des trains, sans accroître les chances de collision, comme cela a lieu dans le système locomotif; sans augmenter la dépense, résultat de l'em-

ploi des locomotives ou des machines à câble, elle fournirait un moteur dont la puissance, bien loin de diminuer avec le poids des objets à trainer, avec la roideur des rampes à franchir, tendrait, au contraire, à croître dans le même sens. Elle rendrait possibles toutes les vitesses avec des charges utiles considérables, sur les chemins les plus planes, comme sur les rail-ways les plus inclinés. Bien loin de nécéssiter une application lente de la puissance motrice au départ, un rallentissement progressif à l'arrivée, elle permettrait d'accumuler à l'avance la force motrice à imprimer rapidement aux trains leurs maximum de vitesse. — Avec elle seraient impossibles et les collisions et les accidents résultant de la présence du feu. Les sorties des rails seraient extrèmement difficiles; les effets de la force centrifuge très-peu rédoutables; puisque le train, composé au plus de deux voitures, serait étroitement lié à la voie. Enfin, construits pour recevoir des voitures trois et quatre fois moins lourdes que les locomotives, les chemins n'auraient plus besoin de rails aussi pesans, de points aussi résistants; les collisions n'étant plus à craindre, pas plus que les encombrements, une seule voie serait suffisante. Rien de plus simple, d'ailleurs, que la théorie de l'appareil, au moyen duquel on réalise ces nombreux avantages." S. 108.

Dieser Bericht erregte die Aufmerksamkeit der französischen Regierung, und sobald die Werke zu Dalkey weit genug vorgerückt waren, schickte sie einen andern Ingenieur, Herrn Mallet, inspecteur-général, um einen zweiten Bericht zu liefern. Er ist vor kurzem in französischen Zeitungen erschienen, und wir entnehmen daraus einige Stellen, welche die interessantesten Resultate der Versuche auf der Bahn von Dalkey enthalten.

„Après avoir reconnu que le vide était obtenu d'un manière plus parfaite qu'on n'aurait osé l'espérer, je me suis occupée de la vitesse. Je rapporterai ici quatre expériences.

1) Avec un convoi pesant 36 tonnes (la tonne anglaise est de 2240 livres) le baromètre marquant 25 pouces, l'on a monté

en 3 minutes 15 secondes. Par prudence, l'on a employé les freins (Bremsen) pour franchir les courbes, ce qui a produit un rallentissement. Le maximum de vitesse dans cette expérience a été de 40 milles (16 lieues) à l'heure.

2) Avec le même convoi, l'on est monté en 3 minutes 7 secondes: maximum de vitesse 45 milles (plus de 18 lieues) à l'heure.

3) On est parti, le baromètre marquant 8 pouces, avec le même convoi. Pendant le trajet, le baromètre est monté jusqu'à 20 pouces. Le voyage a été effectué en 4 minutes 30 secondes. Sur quelques points, l'on a marché à 30 milles (12 lieues) à l'heure.

4) Enfin le baromètre marquant 28 pouces, l'on est parti avec un convoi de 69 tonnes. Le temps du trajet a été de 5 minutes 20 secondes.

„Pour descendre l'on a employé la gravité. A cet effet, l'on a rangé le piston de côté (ce qui se fait avec la plus grande facilité), afin qu'il ne rencontrât plus de tube. Le temps de la descente a été d'environ 5 minutes. Le mouvement était ralenti par le frottement dans les courbes. Je n'ai rien à dire de ce moyen, usité par plusieurs chemins de fer."

Wir führen hier noch einen Artikel der „Railway Times" vom 2. Dezember 1843 an, der die Resultate späterer Versuche auf derselben Bahn enthält.

„Wir müssen ohne alles Bedenken zugestehen, daß die Resultate einer sehr genauen Untersuchung an Ort und Stelle, diejenigen Ansichten vollkommen bestätigt haben, zu denen wir durch die wissenschaftliche Betrachtung des Prinzips, und die Beobachtung des sehr unvollkommnen Apparates bei Wormholt Scrubs gekommen waren."

„Die Linie zwischen Kingstown und Dalkey ist $1\frac{3}{4}$ Meilen lang, bei einer Steigung von $71\frac{1}{2}$ Fuß, was also circa $\frac{1}{115}$ macht. Die hohle Röhre zwischen den Schienen hat 15 Zoll innern Durchmesser, fängt bei der Station bei Kingstown an und geht bis 1500' vor Dalkey. Die Röhre ist mit der Dampfmaschine (bei Dalkey) durch eine

andere Röhre verbunden, welche außerhalb der Bahn liegt und unten in die Hauptröhre, oben in die Luftpumpe mündet. An der Verbindungsstelle der beiden Röhren befindet sich eine Seitenklappe, mittelst welcher man die Einwirkung der Luftpumpe auf die Röhre leicht abschließen und wieder herstellen kann. Die Dimensionen der Maschine sind: Cylinder 34¼″ Durchmesser, Kolbenhub 5′ 6″, Geschwindigkeit 442′ per Minute. — Es ist eine Expansionsmaschine, bei welcher der Dampf bei 40 Pfd. Druck über Atmosphäre zugelassen und wenn die Maschine im vollen Gang ist, bei ¼ Hub abgeschnitten wird; er expandirt sich dann für den übrigen Hub, und wird auf gewöhnliche Art verdichtet. — Der Abschluß des Dampfs wird durch ein Ventil vom Regulator aus bewirkt; nie wird aber mehr Dampf als bis zu ¼ Hub zugelassen. Die Luftpumpe ist doppelt. Dimensionen derselben: Durchmesser 67″, Hub 5′ 6″, Geschwindigkeit 242′ per Minute.

Mit diesem Apparat wurde in der ganzen Länge der Bahn ein Vakuum hergestellt:

entsprechend einer Quecksilbersäule von 10 Zoll (⅓ Atmosph.) in 0′, 56″
" " " " 15 " (½ ") " 1′,51″
" " " " 20 " (⅔ ") " 3′,30″

Um die Schnelligkeit der Fahrt zu ermitteln waren alle 132′ weit Pfosten aufgestellt, von denen jeder zehnte (= ¼ Meile) bezeichnet war. Es folgen hier unsre Beobachtungen.

	Fahrten.			
	A.	B.	C.	D.
Brutto-Gewicht des Zugs, in Tonnen. .	62	72	75	30
Maximum der Geschwindigkeit zwischen zwei Pfosten in Meilen pr. Stunde . . .	24	20	21,17	51,5
Dauer der ganzen Fahrt	4′,48″	5′,33″	6′,2″	3′,24″

Bei D passirten wir den 1½ Meilen-Pfosten bei 2′ 57″."

Folgende weitere Details finden sich ebendaselbst in der Nummer vom 16. Dezember.

„Die ganze Berechnung wird durch Lokal-Umstände, größern und geringern Verkehr, die Steile der Steigungen ꝛc. bis zu gewissen Grenzen

modifizirt. Um sie nun so allgemein als möglich anwenden zu können, haben wir die Berechnungen auf einen Maßstab reduzirt, wie er jetzt auf der Kingstown-Dalkeyer Linie vorliegt, und davon diejenigen Betriebskosten abgerechnet, die der Zeit, seit welcher die Bahn im Gange ist, entsprechen. Es ist wahrscheinlich, daß dieser Maßstab selbst beim größten Verkehr nicht wird überschritten werden. Im entgegengesetzten Falle, würden sich wenigstens die Baukosten verhältnißmäßig vermindern, und es würde sich nur eine Wirkung auf das Gewicht der Züge äußern. Die Geschwindigkeit dagegen bleibt bei größern und kleinern Verhältnissen dasselbe, wenn nur das Verhältniß zwischen dem Durchschnitt der Röhre und der Luftpumpe dasselbe bleibt.

Die Maße der Linie von Dalkey sind: Durchmesser der Röhre 15″, der Luftpumpe 67″; die Maschine hat hundert Pferdekräfte. Mit einem Apparat von diesen Maßen bewegt man mit einer Geschwindigkeit von 50—60 Meilen pr. Stunden

200	Tonnen	auf der Ebene			
80	„	bei einer Steigung	von	1 :	160
72	„	„ „ „	„	1 :	140
65	„	„ „ „	„	1 :	120
58	„	„ „ „	„	1 :	100
53	„	„ „ „	„	1 :	90
48	„	„ „ „	„	1 :	80
44	„	„ „ „	„	1 :	70
39	„	„ „ „	„	1 :	60
33	„	„ „ „	„	1 :	50.

Die Kosten des vollständigen atmosphärischen Apparats, auf der Bahn, belaufen sich auf £ 4300 per Meile; die der Dampfmaschinen, Luftpumpe, Maschinenschoppen ꝛc. auf 1000, zusammen £ 5300. Die andern Ausgaben lassen sich nicht genau angeben, da die Erdarbeiten sich nach der Beschaffenheit des Terrains richten. Bei einem schwierigen Terrain würde man durch die, bei dem atmosphärischen System möglichen steilern Steigungen mehr als jene £ 5300 sparen; bei ebenem Terrain würde sich, bis jetzt, die Differenz in den Kosten zu Gunsten des Lokomotivsystems und gegen das atmosphärische stellen. Jedenfalls

aber gleicht sich die Ausgabe für die Röhre und die Maschinen aus gegen den bedeutenden Bedarf an Land, die größern Dimensionen der Brücken, die schwerern Schienen, die Kohlen- und Wasserstationen, die Werkstätten und den Vorrath von Lokomotiven."

Ferner:

„Folgende Versuche zeigen auf eine interessante Art, in welcher Zeit an demselben Tage und nicht nach je Einer Fahrt die Luftverdünnung wieder auf 15 Zoll Quecksilberhöhe gebracht wurden."

„Das Barometer stieg auf 15 Zoll

nach	der	4.	Fahrt	in	1′ 45″
"	"	5.	"	"	1′ 40″
"	"	6.	"	"	1′ 42″
"	"	7.	"	"	1′ 40″
"	"	8.	"	"	1′ 45″
"	"	9.	"	"	1′ 40″
"	"	18.	"	"	1′ 42″
"	"	19.	"	"	1′ 45″
"	"	21.	"	"	1′ 45″
"	"	22.	"	"	1′ 43″

Weitere Versuche weisen nach, wie hoch das Durchdringen von Luft an der Längsklappe anzuschlagen ist, abgerechnet das Durchdringen an der Luftpumpe, dem Kolben und den Ventilen an den Stationen. Man pumpte bei diesen Versuchen die Luft bis auf 22 Zoll aus, ließ die Maschine dann stille stehen und die Röhre sich mit Luft durch freiwilliges Eindringen füllen. Das Barometer fiel dabei um 18 Zoll (von 22″ auf 4″) und zwar,

den Zug bei Kingstown, . .	in	11,33	Minuten
" " ¼ Meile vorgerückt	"	10,88	"
" " ½ " "	"	10,76	"

Das Quecksilber fiel im ersten Falle Einen Zoll, in 36,83 Sekunden, im zweiten 36 Sekunden, im dritten in 35,91 Sekunden. Es beweißt dieß, daß durch die Längsklappe in der Sekunde nur so viel Luft eindrang, als dem im zweiten Falle um $^{83}/_{100}$ Sekunden, im dritten Falle um $^{9}/_{100}$ Sekunden schnellern Sinken des Barometers ent-

spricht und daß die, diesem entsprechende Kraft die ganze Zugkraft darstellt, die man auf ½ Meile braucht. Es beweißt dieser Versuch, daß die Ansicht unrichtig ist, als ob eine Ausdehnung der Länge der Bahn Nachtheile mit sich brächte, und daß im Gegentheil auf langen Linien das System sich Linien eben so gut wie auf kurzen anwenden läßt.

An diese Versuche schließen wir einige Worte über Mallet's Bericht an die französische Regierung. Mallet gibt in demselben, in vier Abschnitten, eine Beschreibung der Kingstowner Bahn, eine Abhandlung über die Anwendung des atmosphärischen Systems im Allgemeinen, eine Vergleichung der Anlagekosten, und endlich der Betriebskosten bei beiden Systemen. Dieser Bericht zeichnet sich durch das genaue und sorgfältige Detail der Versuche aus, die Mallet auf der Bahn von Dalkey anstellte, und auf die er sein Urtheil stützt. Er betrachtet ferner darin die Vorzüge und Nachtheile des atmosphärischen Systems, die Möglichkeit, es auf schon bestehenden Bahnen einzuführen, und die Bauverhältnisse unter verschiedenen Umständen. Der Bericht verdient daher die besondere Beachtung aller die sich ernstlich für den Gegenstand interessiren. Dabei hat er noch für uns den besondern Vortheil, daß alle Kosten-Berechnungen auf die Preise des Eisens und der Arbeit in Frankreich basirt sind, die unsern Verhältnissen in Deutschland näher stehen als die englischen. Mallet berechnet die Ersparniß in den Anlagekosten auf ⅐, in den Betriebskosten auf ⅖. Zum Schlusse einer sorgfältigen Prüfung aller Einwürfe gegen das atmosphärische System äußert er sich folgendermaßen:

„Ich glaube keinen wesentlichen Einwurf übergangen zu haben. Einige darunter verdienen allerdings eine nähere Erwägung; aber, bieten sie uns unüberwindliche Schwierigkeiten? sollen sie uns von der weitern Ausbildung der Erfindung zurückschrecken? Meiner Meinung nach nicht; und deßwegen stimme ich für einen Versuch. Wäre das System schon vollkommen ausgebildet, so würde ein solcher allerdings überflüssig sein, und, des Erfolgs gewiß, brauchten wir nur Hand anzulegen. Aber trotz des großen Fortschrittes, den man in Irland gemacht hat, bleibt doch noch viel zu thun übrig, und dabei sei man ein-

gedenk, was die Lokomotiven im Anfang waren, und welche bedeutende Verbesserungen sie seit zwanzig Jahren erfahren haben."

Einen interessanten Vorschlag macht **Mallet** unter andern für den Fall, daß die Bahn von Straßen durchschnitten wird. Er sagt:

„Dies geschieht ebenso wie bei Lokomotiven. Man unterbricht die Röhre durch eine Lücke; um aber die Kontinuität der Aspiration zu erhalten, sind die beiden Theile der Röhre durch eine, in die Erde eingelassene Röhre verbunden, die sich auf beiden Seiten in den untern Theil der Hauptröhre einmündet. Die Mündungen befinden sich vor den Schlußklappen oder Ventilen, die wegen der Lücke in der Röhre an beiden Enden angebracht sind. — Soll der Zug kommen, so ist die Schlußklappe auf der Seite, von der die Wagen kommen, geschlossen, die an dem andern Stück ebenfalls. Nähert sich der erste Wagen, so wird die erste Klappe wie gewöhnlich durch die von dem Piston fort- und zusammengedrückte Luft geöffnet. Ein anderes Ventil im Verbindungsrohr schließt sich zugleich in Folge des Vorbeifahrens des Zugs; und hat der Kolben die zweite Röhre erreicht, so wird das Ventil am Ende derselben entweder von einem Arbeiter, oder noch besser von der Maschine selbst geöffnet. — Ein anderes Auskunftsmittel würde darin bestehen, daß man die Röhre nicht unterbräche, sondern zwei unter 0,05 Grad per Meter geneigte Ebenen zum Darüberfahren für Wagen anbrächte. Man brauchte darin drei Oeffnungen, zwei für die Räder der Bahnwagen, die dritte für den Pistonstab, das Rad, welches die Klappe zudrückt, und den Cylinder, der die Komposition komprimirt. Die Oeffnungen würden zu breit und zu tief sein, um unbedeckt bleiben zu können."

Mallet's und **Teisserenc's** Berichte an die französische Regierung sprechen sich im Ganzen für die Erfindung weit günstiger aus, als der Bericht an das Parlament, der zwar die Richtigkeit des Prinzips und die mannigfachen Vortheile in der Ausführung zugibt, aber nur als ob es ihm abgedrungen würde, und jeden Vortheil gern auf das Minimum reduziren möchte.

Schluß.

Hiermit schließt dieser Bericht über die historische Entwickelung und die Anwendbarkeit der atmosphärischen Eisenbahn. Sie ist jetzt nicht mehr blos ein Vorschlag oder Versuch, sondern steht als ein anerkanntes Transportmittel da; sie ist von verschiedenen Seiten und wiederholt genau geprüft und untersucht worden und hat die Aussprüche der ausgezeichnetsten Ingenieurs von England und dem Kontinent für sich. Unter jenen hat namentlich der berühmte J. K. Brunel, einer der Erbauer des Themse-Tunnels, ein Gutachten abgegeben, in Folge dessen das Komité der projektirten Bahn von Chatam nach Gravesend die Annahme des atmosphärischen Systems in ihrem Prospektus lebhaft empfiehlt, „weil dadurch das Kapital sich sowol niedriger stellen, als auch in Folge der geringern Betriebskosten besser verzinsen würde.“ — Erst bei diesem Stand der Sachen hielten wir es für Zeit, die Erfindung allgemeiner zu empfehlen: sie ist nicht mehr Gegenstand wissenschaftlicher Prüfung, sondern es handelt sich gegenwärtig um praktische Resultate, und die Erfindung verdient daher allgemein bekannt und gewürdigt zu werden.

Seit der Eröffnung der Bahn von Kingstown nach Dalkey hat sie sich eines stets wachsenden Interesses und der Beachtung der Regierungen und Eisenbahn-Gesellschaften zu erfreuen gehabt. Von besonderer Wichtigkeit ist daher, was Sir Robert Peel bei der Discussion der Eisenbahn-Gesetze (am 6. Februar 1844) im Parlament darüber geäußert hat, er sei nämlich der Meinung:

„Das Publikum sowol als die Regierung dürfe nicht außer Stand gesetzt werden, von irgend einer neuen Verbesserung und Erfindung der Wissenschaft Nutzen zu ziehen, wenn auch diese die bestehenden Eisenbahnen benachtheilige; und wir sind nicht dazu berufen eine Gesellschaft zu entschädigen, wenn sie eine Linie gewählt hat, wo ihr die Meile auf £ 60,000 zu stehen kommt. Im Gegentheil, kann man mittelst irgend einer Erfindung auf einer Chaussee mit der Eisenbahn konkurriren, so

thue man es. Macht eine neue Erfindung eine schnellere Beförderung möglich, so wird sich das Publikum derselben bedienen, und solche Erfindungen werden immer die beste Sicherung gegen Betrug und Ueberforderung sein. Was aus den atmosphärischen Bahnen sich machen läßt, kann ich nicht sagen; so viel ist gewiß, daß Alle diejenigen, welche sie bei Dublin gesehen haben, mit ganz andern Ansichten zurückgekehrt sind und nicht daran zweifelten, daß sie sich auch bei Strecken über zwei Meilen anwenden lasse rc."

Man projektirt jetzt eine Seitenbahn von Holyhead auf die Chesterer Bahn. Auch hier beabsichtigt man das atmosphärische System einzuführen, und Herr Stephenson ist zu diesem Zweck beauftragt, die Bahn bei Dalkey zu untersuchen und der Regierung einen Bericht einzusenden.

Zum Schlusse noch einige Bemerkungen über den Einfluß, den die Einführung der atmosphärischen Bahnen in socialer, industrieller und commercieller Hinsicht üben wird. Es liegt uns eine neue und merkwürdige Art, die Dampfkraft anzuwenden vor, und es ist gar nicht möglich, alle Resultate, zu denen sie führen kann, vorauszusehen. Die Zweifel und Ausstellungen interessirter Gegner sind zum Schweigen gebracht; und wer klug ist, wird sich hüten, sich in neue Spekulationen einzulassen, wenn sie auf ein, wahrscheinlich bald veraltetes System gebaut sind.

Mit der Einführung der atmosphärischen Eisenbahnen eröffnet sich für die Transportmittel eine neue Aëra: denn bei der großen Reduktion der Bau- und Betriebskosten erhält man jetzt eine ganz neue Basis der ökonomischen Berechnungen. Die Folge davon wird sein, daß die Eisenbahngesellschaften ihre Taxen herabsetzen werden, ohne darum am reinen Gewinn einzubüßen, und dadurch einen größern Theil der Bevölkerung der Vortheil eines raschen und wohlfeilen Transports zu Theil wird. Dann läßt sich, wie schon bemerkt, das atmosphärische System in Richtungen anwenden, wo eine Lokomotivbahn rein unmöglich ist. Man betrachte nur die Karte von England und darauf des in wenigen Jahren ausgeführte Eisenbahnnetz, und denke sich nun diese Wohlthat, die sich jetzt wegen der großen Kosten blos auf den Verkehr

zwischen den größern Städten beschränkt, über das ganze Land ausgebreitet, so daß Reisende und Produkte auf dieselbe Art von einem Flecken und Städtchen zum andern gebracht werden, und jeder diesen Vortheil vor seiner Thür genießt. Es würde hier zu weit gehen, wollte man sich darauf einlassen, den Nutzen, den die Nation für alle Interessen, Gewerbe, Handel, Ackerbau u. s. w. daraus ziehen würde, zu besprechen; er liegt zu sehr auf der Hand. Aber auch in geistiger Hinsicht würden sich bei einem solchen Zustande alle die Vortheile noch steigern, die nur aus dem Verkehr und der Bildung großer Gemeinschaften erwachsen — es würde sich, mit Einem Wort, die Macht und der Charakter der Nation heben.

Gilt dieß für England, so wird man es noch in höherm Maße für den Kontinent zugeben müssen.

In Deutschland namentlich hat das Bedürfniß nach Eisenbahnen deren rasch eine große Zahl in's Leben gerufen, noch viel größer ist die Anzahl der noch im Bau begriffenen und blos projektirten Bahnen. Es ist kein Zweifel, daß, wenn erst die großen Staatsbahnen in Oestreich, Preußen, Mittel- und Süddeutschland vollendet sind, daß dann noch eine große Menge Seiten- und Verbindungsbahnen entstehen werden. Die meisten dieser Bahnen laufen durch mehr oder weniger gebirgiges Land, und die Kosten derselben werden bei dem jetzigen System in einer Weise gesteigert, daß schon manche Behörde, manche Kammer und manche Aktiengesellschaft darin einen Grund gefunden hat, von dem Bau zurückzutreten. Was aber bei dem Einen System eine Schwierigkeit abgibt, wird bei dem Andern zum Vortheil. Ein steilerer Abhang gibt dem Zug beim Herabfahren das Bewegungsmoment, das ihm beim Hinauffahren der nächsten Steigung nachhilft: so daß wir wohl annehmen können, daß wir in den meisten Fällen, da wo wir jetzt Chausseen haben, auch atmosphärische Bahnen anlegen können. Es ist offenbar, daß dadurch der ganze Standpunkt, von welchem aus die Eisenbahnfrage für Deutschland zu beurtheilen ist, wesentlich geändert wird.

Anhang.

I.

Englische Maße und Gewichte.

1 Meile = 1760 Yards = 5280 Fuß.

1 Yard = 3 Fuß.

1 engl. Fuß = 135,114 par. Linien = 0^{m}, 3048 = 0,9711 Rhl. Fuß.

1 engl. Meile = 5127,4 Rhl. Fuß = $\frac{1}{4{,}68}$ oder $\frac{25}{117}$ oder $\frac{5}{23}$ geogr. Meilen.

1 engl. Tonne = 2240 engl. Pfund = 2032 Zollpfund.

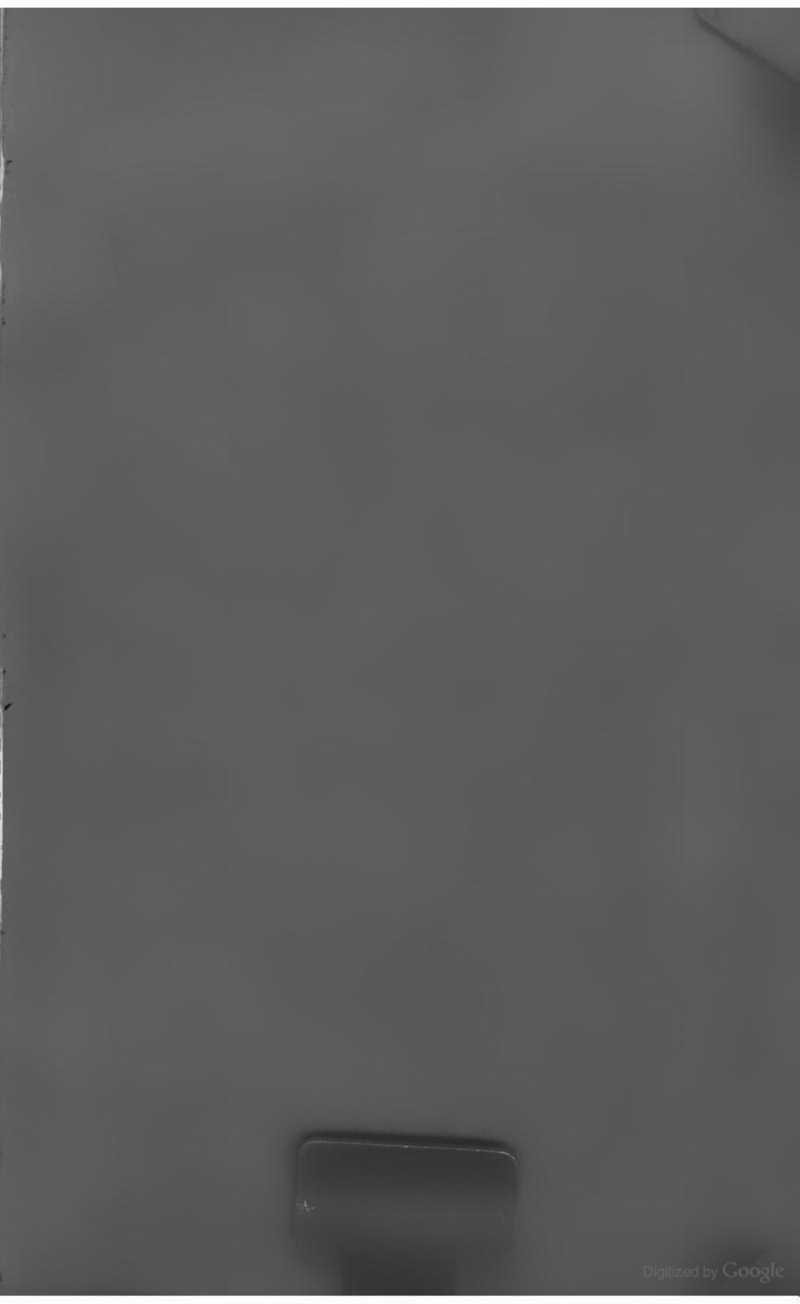
II.

S. 40 Z. 14 v. u. sind im Original die Entfernungen angegeben als „*Intervals of two chains.*“

A chain ist ein Maß = 22 Yards = 66 Fuß.

III.

Bei uns nimmt man den mittlern Barometerstand zu 28 Zoll, und den diesem entsprechenden Luftdruck zu 15 Pfd. per Q.-Zoll an. Die englischen Berichte nehmen statt dessen 30 Zoll und 16 Pfd. an, so daß also z. B. 15 Zoll Barometer und 8 Pfd. Druck einer halben Atmosphäre entsprechen würde.




L
H
K
6
M
D
A
A
d